

Louhintatyöt rautatien läheisyydessä



Louhintatyöt rautatien läheisyydessä

Liikenneviraston ohjeita 23/2013

Kannen kuva: Pasi Utriainen

*Muut valokuvat: Liikenneviraston kuva-arkisto, VR Track Oy:n kuva-arkisto,
Robert Sand, Ari Palin*

Verkkojulkaisu pdf (www.liikennevirasto.fi)

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-255-293-8

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Väylätekniikkaosasto

Korvaa

Louhintatyöt rautatien läheisyydessä (Ratahallintokeskuksen julkaisu B 19)

Kohdistuvuus

Liikennevirasto, ELY-keskukset, louhintatyöurakoitsijat

Voimassa

1.7.2013

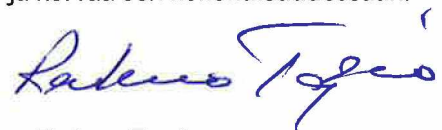
Asiasanat

louhinta, räjäytys, rautatie

Louhintatyöt rautatien läheisyydessä

Tämä ohje on päivitetty versio julkaisuun B 19 Louhintatyöt rautatien läheisyydessä (Ratahallintokeskus 2007) ja korvaa sen kokonaisuudessaan.

Ylijohtaja



Raimo Tapio

Tekninen johtaja



Markku Nummelin

Lisätietoja

Tuomo Viitala

Liikennevirasto

puh. 020 637 3983

Esipuhe

Tämä julkaisu on päivitetty versio julkaisuun B19 Louhintatyöt rautatien läheisyydessä, Ratahallintokeskus, 2007 ja korvaa edellä mainitun 2007 päivätyn version kokonaisuudessaan.

Liikennevirastolle tulee vuosittain useita radan lähistöllä tehtäviin louhintatöihin liittyviä yhteydenottoja. Koska rautatien läheisyydessä tehtäviin louhintatöihin liittyviä rakennushankkeen eri osapuolien tehtäviä tai työn riskejä ei ole louhintatöitä koskevissa yleisissä määräyksissä ohjeistettu riittävällä tarkkuudella, on näihin töihin rautatiealueella ja rautatiealueen läheisyydessä liittyviä käytäntöjä ja toimenpidesuosituksia ohjeistettu tässä julkaisussa. Rataverkolla on runsaasti teknisiä laitteita, joiden huomioon ottamista louhintatöiden riskianalysiprosesseissa ei ole ohjeistettu.

Tätä ohjetta noudatetaan Liikenneviraston tilaamissa louhintatöissä tai muun rakennuttajan tilaamissa louhintatöissä rautatiealueella.

Tämän ohje on tarkoitettu apuvälineeksi rakennuttajille ja urakoitsijoille, jotka ovat teettämässä tai tekemässä räjäytys- ja louhintatöitä rautatiealueen läheisyydessä. Tässä ohjeessa esitetään reunaehdoja louhintatöiden riskien ja vaikutusten arvioinnista rataverkon rakenteille ja laitteille sekä annetaan ohjeita junaliikenteen turvallisuuden arviointiin ja huomioimiseen. Ohjeessa esitetään menettelytapasuosituksia, joita noudattamalla rautatien läheisyydessä tehtävät louhintatyöt saadaan tehtyä turvallisesti.

Ohje jakautuu kahteen osaan. Varsinaisessa ohjetekstissä esitetään lyhyesti varottavat rakenteet ja laitteet sekä käydään läpi louhintatöihin liittyvät menettelytavat sekä rautatiealueella että rautatiealueen läheisyydessä. Ohjeen liiteosassa on esitetty mm. esimerkkilomakkeet riskienarviointiin sekä koottu ohjeita sallittujen tärinöiden arviointiin erilaisille rataverkolla esiintyville rakenteille ja laitteille.

Ohje on laadittu Liikenneviraston tilaamana. Ohjeen on koonnut Timo Cronvall (VR Track Oy). Työryhmässä ovat olleet mukana Heikki Saarikivi, Markku Koro, Toni Hytönen ja Jyrki Saarro (VR Track Oy) sekä Jari Honkanen (Oy Finnrock Ab). Työn ohjauksesta on vastannut Marko Tuominen (Liikennevirasto).

Helsingissä kesäkuussa 2013

Liikennevirasto
Väylätekniikkaosasto

Sisällysluettelo

1	LOUHINTATÖIDEN SUUNNITTELU JA TOTEUTTAMINEN RAUTATIEEN LÄHEISYYDESSÄ	6
1.1	Yleistä	6
1.2	Määritelmiä	7
1.3	Rataan liittyvät rakenteet ja laitteet	9
1.4	Räjäytystyön lisäksi louhintatöihin liittyvät muut työvaiheet ja niiden riskit rautatiealueella	10
2	LOUHINTATÖIDEN LUVANVARAISUUS	12
2.1	Louhintatyöt rautatiealueella	12
2.1.1	Louhintatyöt Liikenneviraston tilaamien töiden yhteydessä	12
2.1.2	Louhintatyöt muun rakennuttajan tilaamien töiden yhteydessä	13
2.2	Louhintatyöt rautatiealueen läheisyydessä	16
2.2.1	Yleistä 16	
2.2.2	Riskienarviointi	17
2.2.3	Yhteydenotto Liikennevirastoon, ohjeet	18
LIITTEET		
Liite 1	Radan rakenteiden ja laitteiden tarkistuslista louhintatyön riskiarviointia varten	
Liite 2	Sallitun panosmäärän laskeminen eri etäisyyksillä	
Liite 3	Rautatien rakenteet, laitteet ja toiminnot huomioiva räjäytystärinän ohjearvo- ja seurantakäytäntö	
Liite 4	Ratatyön suojaulottuma (RSU)	
Liite 5	Menettelytapaohjeita louhintatyön suunnitteluun rautatien läheisyydessä	
Liite 6	Rautatien rakenteiden ja laitteiden vaurioherkkyyden arviointi riskianalyysin yhteydessä	
Liite 7	Esimerkkejä erilaisiin louhintakohteisiin liittyvistä toimenpiteistä rautatiealueella	
Liite 8	Aukean tilan ulottuma (ATU)	

1 Louhintatöiden suunnittelu ja toteuttaminen rautatien läheisyydessä

1.1 Yleistä

Keskeinen turvallisuusperiaate louhintatöiden suunnittelussa ja toteuttamisessa rautatiealueella tai sen läheisyydessä on, etteivät louhintatyöt aiheuta vaaraa ja häiriöitä junaliikenteelle tai vahingoita radan rakenteita ja laitteita.

Tämän ohjeen tavoitteena on auttaa louhintatöitä sisältävien hankkeiden toteuttajia arvioimaan rautatieympäristön louhintatoiminnalle asettamia reunaehdoja. Ohjetta noudatetaan Liikenneviraston tilaamissa louhintatöissä sekä muun rakennuttajan tilaamissa rautatiealueella tehtävissä louhintatöissä.

Rautatiealueen läheisyydessä tapahtuvassa louhintatöissä on hyvä noudattaa tässä ohjeessa annettuja turvallisuuskäytäntöjä ja -menettelyjä. Liikennevirastolta saa myös kohdekohtaisia neuvoja junaliikenteen turvallisuuden ja häiriöttömyyden varmistamiseksi sekä radan rakenteiden ja laitteiden suojaamiseksi louhintatyön aikana.

Tässä annetut ohjeet käsittelevät louhintatöihin liittyviä toimia, jotka ovat tarpeen sekä junaliikenteen että radan rakenteiden ja laitteiden suojaamiseksi louhintatöiden aiheuttamilta vaurioilta. Ohjeessa annetaan menettelytapaohjeita sekä junaliikenteen turvallisuuden ja häiriöttömyyden varmistamiseksi että radan rakenteiden ja laitteiden suojaamiseksi.

Rautatiealueella tapahtuvan louhintatyön toteuttamiseen antaa Liikennevirasto yksityiskohtaisia kohdekohtaisia turvallisuusohjeita, jotka täydentävät tätä ohjetta. Yksityiskohtaisia turvallisuusohjeita annetaan toimeksiannon yhteydessä turvallisuusasiakirjassa ja menettelyohjeessa. Luvanvaraisissa töissä louhintatöihin liittyviä yksityiskohtaisia turvallisuusohjeita annetaan lupaan liitetyissä lupaehdoissa.

Tässä ohjeessa käsitellään varsinaisesti vain avolouhintatöitä, mutta radan rakenteiden ja laitteiden herkkyys louhintatöiden aiheuttamille häiriöille on otettava huomioon myös maanalaisissa louhintatöissä rautatien läheisyydessä.

Rautatiealueella työskentely ilman lupaa on aina kielletty. Louhintatyöt rautatiealueella vaativat aina Liikenneviraston luvan.

Urakkasopimus Liikenneviraston kanssa sisältää luvan tehdä myös urakkaan kuuluvia louhintatöitä sopimusehtojen mukaisesti. Tämä ei vapauta rakennuttajaa tai urakoitsijaa louhintatöihin liittyvien yleisten määräysten ja ohjeiden noudattamisvelvollisuudesta /1/, /2/, /3/. Samaten vastuun määrittelyt mahdollisten louhintatyön aiheuttamien vaurioiden osalta ovat voimassa lainsäädännön mukaisesti.

Varsinaisessa ohjetekstissä on esitetty menettelytapaohjeet yhteistoiminnasta Liikenneviraston kanssa sekä reunaehdot, joiden mukaisesti louhintalupia myönnetään.

Liitteessä 1 on esitetty mallipohja rautatiehen liittyvien rakenteiden ja laitteiden tarkistuslistasta louhintatyön riskianalyysin yhteydessä käytettäväksi. **Liitteessä 2** on

esitetty sallitun panosmäärän laskeminen eri etäisyyksillä. **Liitteessä 3** on esitetty menettelyohjeet sallittujen tärinöiden arvioimisessa rautatieympäristössä. **Liitteessä 4** on ratatyön suojaulottuma (RSU). **Liitteessä 5** esitetään menettelytapaohjeita louhintatyön suunnitteluun ja **liitteessä 6** rakenteiden ja laitteiden vaurioherkkyyden arviointiin. **Liitteessä 7** on esitetty esimerkkejä erilaisista louhinnan erityiskohteista rautatiealueella ja **liitteessä 8** on määritelty aukean tilan ulottuma (ATU).

1.2 Määritelmiä

Aukean tilan ulottuma (ATU) on se pitkin raidetta ulottuva tila, jonka sisällä ei saa olla kiinteitä rakenteita eikä laitteita. /4/

Ennakkoilmoitus (rautatiejärjestelmä) on ennakkoilmoitusjärjestelmässä (ETJ) annettava ilmoitus, jolla ilmoitetaan ennalta suunnitelluista ratatöistä, sekä liikennöintiin vaikuttavista muutostiedoista, joista muuten olisi annettava liikenteenohjauksen ilmoitus. /5/

Ennakkoilmoitusjärjestelmä (ETJ) on järjestelmä, jossa ylläpidetään ratatyön ennakkosuunnitelmia sekä liikenteeseen vaikuttavia muutostietoja, jotka muuten olisi annettava liikenteenohjauksen ilmoituksella. /5/

Ennakkoilmoitus (Työturvallisuus) on ilmoitus, joka päätoteuttajan tulee tehdä asianomaiselle työsuojeluviranomaiselle (VNa 2009/205). Velvoite koskee työmaita, jotka on tarkoitettu kestämaan kauemmin kuin kuukauden ja joilla itsenäiset työnsuorittajat mukaan lukien työskentelee yhteensä vähintään 10 työntekijää sekä työmaasta, jolla työn määräksi arvioidaan yli 500 henkilötyöpäivää. /3/

Jännitekatko tarkoittaa sähkölaitteiston tietyn osan tekemistä jännitteettömäksi. Jännitekatkopyyntö on tehtävä vähintään kaksi (2) viikkoa ennen työn aloittamista. /6/

Jännitteisellä rakenteella tarkoitetaan kaikkia ratajohtoon kuuluvia johtimia ja niihin liittyviä rakenteita, kuten kääntöorsia ja eristimiä. Rakenteet ovat hengenvaarallisia, ellei kyseinen ratajohto ole erotettu jännitteestä ja työmaadoitettu. /6/

Liikenteenohjaus on junien kulkuteiden turvaamista ja lupien antamista vaihtotyöhön sekä ratatyön suojaamista liikenteenohjauksen piirissä olevalla alueella.

Louhintatyöllä tarkoitetaan kallion tai mineraalien irrotusta ja siihen liittyviä töitä. Räjätystyö on osa louhintatyötä. /1/

Momentaanisella panostuksella tarkoitetaan louhintaräjätöksessä samaan aikaan (samalla nallinumerolla) räjähtävää räjähdysainemäärää (kg).

Rakennuttaja on henkilö tai organisaatio, joka ryhtyy rakennushankkeeseen tai muu taho, joka ohjaa ja valvoo rakennushanketta taikka tilaaja, jos edellä mainittuja ei ole. /3/

Rautatiealueella tarkoitetaan aluetta, joka tarvitaan rataa, rata-alueita, rakennuksia ja laitteita sekä liikenteen hoitamista sekä kaikkea näihin liittyvää toimintaa varten, ja tarpeellisia rautatieliikenteen palvelualueita. /11/

Rautatieliikennepaikka on junaliikenteen ohjaamista tai asiakaspalvelua varten nimetty paikka. Rautatieliikennepaikka on liikennepaikka, linjavaihde tai seisake. Rautatieliikennepaikat on lueteltu rautatieliikennepaikkarekisterissä. /4/, /7/

Ratajohto on ajojohtimen ja mahdollisen paluu- tai vastajohtimen sekä kannatusrakenteiden ja varusteiden muodostama johto. /6/

Rata on väylä, jonka rakenteeseen kuuluvat kaikki raiteet ja vaihteet tukikerroksineen, alus- ja pohjarakenteineen, sillat, rummut, kuivatusrakenteet, rautatien tasoristeykset, turvalaitteet ja sähköistykseen vaativat laitteet maadoituksineen. /4/

Rataisännöitsijä on henkilö, joka toimii kyseisellä alueella Liikenneviraston edustajana mm. rataverkon hallintaan liittyvissä lupa-asioissa.

Ratatekniset ohjeet (RATO) on Liikenneviraston ratatekniikkaa ja ratateknisiä töitä koskeva kokoelma määräyksiä ja ohjeita. /4/

Ratatyö on rautatiealueella tapahtuvaa kunnossapito- ja rakennustyötä. /5/

Ratatyöilmoitus (Rt-ilmoitus) on liikenteenohjaukselle annettava kirjallinen ilmoitus ratatyöstä. /5/

Ratatyöstä vastaava on henkilö, joka vastaa ratatyön liikenneturvallisuudesta ja luvan hankkimisesta ratatyöhön sekä ratatyön päättymisen ilmoittamisesta. /5/

Ratatyön suojaulottuma (RSU) se pitkin raidetta ulottuva tila, jonka sisällä ei saa työskennellä ilman ratatyölupaa tai turvamiesmenettelyä. /5/

Räjäytys- ja louhintatyön turvallisuussuunnitelma on VNa 644/2011 mukainen suunnitelma, joka on laadittava louhintatyömaasta. Turvallisuussuunnitelmasta tulee tarpeellisessa laajuudessa ilmetä turvallisuuden varmistamiseksi tehtävät toimenpiteet ja ohjeet. /1/

Räjäytyssuunnitelma on panostajan laatima räjäytettävästä kentästä tai muusta räjäytyskohteesta kirjallinen suunnitelma, joka sisältää tiedot porauksesta, räjähteestä ja sen määrästä, panostamisesta, sytytyksestä ja sytytysjärjestyksestä, peittämisestä, räjäytysajankohdasta, vaarallisesta alueesta ja varmistustoimenpiteistä sekä muista räjäyttämisen turvallisuuteen vaikuttavista tekijöistä. /1/

Räjäytystyöllä tarkoitetaan käyttöpaikalla tehtäviä töitä, joissa käsitellään, käytetään ja säilytetään räjähteitä. /1/

Sähkörata on rakenne, joka koostuu syöttö- ja välilytkinasemista, ratajohdon johtimista ja niiden kannatusrakenteista (pylväät, portaalit, kääntöorret), imumuuntajista, radanvarsisäästömuuntajista, erottimista ja eristimistä. Rakenteeseen kuuluvat lisäksi sähköradan läheisyydessä sijaitsevien metallirakenteiden suojamaadoitusjohtimet, sähköistettyjen raiteiden kiskot jne. /6/

TRAFI on Liikenteen turvallisuusvirasto, jonka keskeisenä tehtävänä on valvoa ja kehittää rautatieturvallisuutta ja rautatiejärjestelmän yhteentoimivuutta sekä valmistella normeja. Virasto toimii rautatiealan sääntelyelimenä. Virasto on itsenäinen ja riippumaton rataverkon haltijasta ja rautatieliikenteen harjoittajista.

Turvallisuusasiakirja on rakennuttajan laatima, rakentamisen suunnittelua ja valmistelua varten tehty asiakirja, jossa esitetään rakennushankkeen vaara- ja haittatekijät sekä rakennushankkeen toteuttamiseen liittyvät työturvallisuutta ja työterveyttä koskevat tiedot. /3/

Turvallisuussuunnitelma on päätoteuttajan ennen rakennustöiden aloittamista laatima kirjallinen työturvallisuutta koskeva suunnitelma, jonka mukaan työt, työvaiheet ja niiden ajoitus järjestetään mahdollisimman turvallisiksi ja ettei niistä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville ja muille työn vaikutuspiirissä oleville. /3/

Työmaasuunnitelma on päätoteuttajan laatima rakennustyömaa-alueen käytön suunnitelma, joka on esitettävä rakennuttajalle. Rakennustyömaa-alueen käytön suunnittelun keskeiset osat on esitettävä työmaasuunnitelmana kirjallisesti, tarvittaessa rakennus- ja työvaiheittain. Suunnitelmat on tarkistettava olosuhteiden muuttuessa, ja ne on muutenkin pidettävä ajan tasalla. /3/

Työmaadoittaminen tarkoittaa virtapiirin normaalioloissa jännitteisten johtimien maadoittamista ja oikosulkemista työn ajaksi. /6/

Urakoitsija on Liikennevirastoon urakkasopimuksen kautta sopimussuhteessa oleva yritys. /5/

1.3 Rataan liittyvät rakenteet ja laitteet

Rautatiejärjestelmä on monesta eri osasta muodostuva kokonaisuus, jonka millekään osalle ei saa aiheutua vaurioita louhintatöiden johdosta. Järjestelmä on tässä ohjeessa jaettu seuraaviin osakokonaisuuksiin:

- Infrarakenteet
- Turvalaitteet
- Sähköistyksen rakenteet ja laitteet

Infrarakenteet ovat radan tai rataa ympäröivän maaston tukemiseen ja paikallaan pysymiseen vaikuttavia rakenteita, joiden on kestävä merkittäviä kuormituksia. Rakenteet voivat olla joko puu-, betoni-, teräs- tai kivirakenteisia. Infrarakenteita ovat:

- Yli- ja alikulkusillat
- Tukimuurit
- Rummut
- Paalulaatat
- Paaluhatturakenteet
- Tunnelit
- Kalliroleikkaukset
- Maaleikkaukset

Turvalaitteet ovat laitteita, joita käytetään junaliikenteen ohjaamiseen ja hallintaan. Turvalaitteita ovat:

- Opastimet
- Laitekaapit
- Vaihteenkääntölaitteet
- Akselinlaskentalaitteet
- Baliisit

- Asetinlaitteet
- Kaapelit ja kaapelireitit

Sähköistyksen rakenteet ja laitteet muodostavat kokonaisuuden, jonka kautta korkeajännite välitetään rataverkolle. Tällaisia laitteita ovat:

- Muuntajat
- Sähkökeskukset
- Syöttöasemat
- Eristimet
- Vaihteenlämmityslaitteet
- Erottimet
- Pylväät ja portaalit

Rakenteet ja laitteet on perustettu joko maan- tai kallionvaraisesti tai paaluperustukselle. Louhintatöiden ja niistä aiheutuvan tärinän aiheuttamaa haittaa arvioitaessa on myös otettava huomioon rakenteiden siirtymä- ja painumaherkkyys.

Rataan liittyvät rakenteet ja laitteet kestävät junaliikenteen aiheuttamaa pitkäkestoista tärinää, joten ne eivät ole erityisen tärinäherkkiä fysikaalisilta suureiltaan yhtä voimakkaille lyhytkestoisille tärähdyksille.

Louhintätärinän lisäksi louhintatöissä vaaraa tai haittaa ympäristölle aiheuttavat myös kivien hallitsematon sinkoutuminen, räjäytyksen aiheuttama ilmanpaine, louhintatyön aikana syntyvä pölypilvi, louheen hallitsematon purkautuminen tai paisuminen ja louhintatyön jäljelle jäävään kalliopintaan aiheuttamat ryöstöt, joita tulee suunnitelmallisesti rajoittaa.

Kivien sinkoutuminen aiheuttaa merkittävän vaaratekijän junaliikenteelle ja radan rakenteille. Kivien sinkoutumisen keskeisenä syynä ovat usein puutteet räjäytettävän kentän peittämisessä. Kivien sinkoutumisriskiä lisäävät myös porausvirheet ja kalliossa porauksen yhteydessä havaitsematta jäänyt poikkeava rakenne, esimerkiksi poikkeava rakoilu. Pienetkin kivet voivat aiheuttaa rikkoutumista esimerkiksi eristimissä.

1.4 Räjäytystyön lisäksi louhintatöihin liittyvät muut työvaiheet ja niiden riskit rautatiealueella

Räjäytystyön lisäksi myös muut louhintatöihin liittyvät työvaiheet saattavat aiheuttaa vaurioriskiä rautatiealueella. Tällaisia työvaiheita ovat:

- Maankaivu
- Kalliopinnan puhdistus
- Poraus
- Panostusreikien puhdistus vedestä, porasoiijasta ja räjähdysaineista
- Louheen lastaus
- Louheenajo
- Kivien rikotus hydraulisella iskuvasaralla, jossa vahinkovaara yltää jopa 100 metrin säteelle

Erityistä huomiota on kiinnitettävä massojen siirtoon, johon liittyy yleensä vilkasta kuorma-autoliikennettä työmaalla. Rautatiealueella tulee varoa kaikkia rakenteita ja laitteita, jotta niitä ei vaurioiteta maansiirtokalustolla.

Erityisesti on kiinnitettävä huomiota liikennöintiin tasoristeyksissä, jotka sijaitseva louheen kuljetusreiteillä. Mikäli käytettävä tasoristeys on olosuhteiltaan puutteellinen (esim. näkemät, odotustasanteet), työn suunnittelussa on otettava huomioon jo normaalikäytössä vaarallisen tasoristeyksen aiheuttama riski junaliikenteen turvallisuudelle. Riski moninkertaistuu, kun tasoristeyksessä alkaa liikkua tiheästi raskaita ja hitaita ajoneuvoja.

Louheen kuljetuksessa käytettävän kulkureitin riskit tulee arvioida etukäteen, jos reitti kulkee olemassa olevan tasoristeyksen kautta. Arvioita tietyn tasoristeyksen olosuhteista voi etukäteen tiedustella Liikenneviraston rataisännöitsijältä. Työn suunnittelussa tulee huomioida Ratalain 17.3 § mukainen lupa tasoristeyksen muuttuvasta/lisääntyvästä käytöstä. Samoin on huomioitava TUROn kohta 7.3 liikenteen ohjauksesta.

2 Louhintatöiden luvanvaraisuus

Tässä kappaleessa käsitellään ainoastaan Liikenneviraston radanpitäjänä antamia lupia.

2.1 Louhintatyöt rautatiealueella

Rautatiealueella saavat liikkua ja työskennellä vain rautatieympäristöön koulutetut, asianomaisen pätevyys omaavat henkilöt. Se on Liikenneviraston hallinnassa olevaa maata ja kaikkien alueella tehtävien töiden suunnittelu ja suorittaminen tulee tehdä Liikenneviraston julkaisun ”Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO)” mukaisesti. Julkaisussa on kuvattu Liikenneviraston hankkeiden turvallisuusjohtamisen käytännöt ja vaatimukset hankkeiden riskienarvioinnille. /5/

Louhintatöiden suorittaminen rautatiealueella edellyttää aina toimimista TUROn kappaleessa 4 kuvatun ratatyölupamenettelyn mukaisesti. /5/

Louhintatöiden suunnittelussa tulee ottaa huomioon InfraRyl 2010 julkaisussa esitetyt vaatimukset /8/.

Räjähdysaineiden säilyttämisessä rautatiealueella ja sen välittömässä läheisyydessä tulee huomioida, että räjähdysaineet eivät pääse putoamaan tai vierimään liikennöidyn raiteen RSU:n sisälle. Sähkönallien säilyttämisessä pitää huomioida samat turvaetäisyydet, kuin niiden käytöstä on esitetty liitteen 5 kohdassa 5.3.

2.1.1 Louhintatyöt Liikenneviraston tilaamien töiden yhteydessä

Liikenneviraston tilaamissa töissä on noudatettava Liikenneviraston antamia turvallisuusohjeita sekä tarjouspyyntö- ja sopimusasiakirjoissa tai lupaehdoissa määritellyjä turvallisuusvaatimuksia. Urakkasopimus tai muu vastaava sopimus Liikenneviraston kanssa sisältää radanpitäjän myöntämät louhintatöiden luvat sopimuksen mukaisin valtuuksin ja velvoittein.

Liikennevirasto laatii tilaamiensa töiden osalta turvallisuusasiakirjan ja menettelyohjeet sekä tarvittaessa turvallisuussäännöt. Asiakirjat toimitetaan urakoitsijalle tarjouspyynnön liiteasiakirjana ja liitetään päivitettyinä urakkasopimukseen.

Urakkasopimus Liikenneviraston kanssa ja sen sisältämä louhintalupa ei vapauta louhintaurakoitsijaa velvollisuudesta laatia jäljempänä käsitelty louhintatyön suorittamista, turvallisuutta ja valvontaa koskevat asiakirjat.

Työn aikana tehdyt tärinä- ja muut mittaustulokset, sekä räjäytyssuunnitelmat tulee toimittaa Liikenneviraston rakennusaikaiselle yhteyshenkilölle.

Kyseisen alueen radan kunnossapitäjältä tulee aina pyytää lausunto päätoteuttajan laatimasta turvallisuussuunnitelmasta.

2.1.2 Louhintatyöt muun rakennuttajan tilaamien töiden yhteydessä

Muiden kuin Liikenneviraston tilaamiin louhintatöihin rautatiealueella on haettava louhintalupa Liikennevirastolta. Louhintaluvan hakee louhintatyötä teettävä rakennuttaja tai tilaaja nimetylle louhintaurakoitsijalle.

Rautatiealueen ulkopuolella tapahtuva räjäytystyö on ratatyötä, jos sillä voi olla vaikutusta radan rakenteisiin ja jos työtä varten hankitaan liikenteenohjauksen lupa rautatieliikenteen keskeyttämiseen räjäytyksen ajaksi. Ratatyömenettely on kuvattu TUROn kohdassa 4. /5/

LOUHINTALUVAN HAKEMINEN:

Rakennuttajan tai hankkeen päätoteuttajan on syytä kääntyä louhintatöiden osalta Liikenneviraston puoleen jo rakennushankkeen suunnittelu- tai valmisteluvaiheessa.

Riittävän aikainen yhteydenotto auttaa rakennuttajaa saamaan lähtötietoja turvallisuusasiakirjan, menettelyohjeiden ja turvallisuussäntöjen laatimiseksi. Samalla varmistuu se, millä edellytyksillä on mahdollista saada louhintalupa louhintatöihin, mitkä ovat lupaehdot ja lupaan liittyvät maksut.

Louhintalupahakemus pitää tehdä kirjallisesti ja se tulee toimittaa vähintään kolme (3) viikkoa ennen louhintatöiden suunniteltua aloittamista Liikenneviraston paikalliselle rataisännöitsijälle.

Lupahakemukseen on liitettävä louhintatyömaahan liittyvät turvallisuussuunnitelmat ja louhintatyön työsuunnitelmat liitteineen kahtena kappaleena. Hakemuksessa tulee nimetä räjäytystyönjohtaja ja jollei hän toimi itse panostajana, niin myös panostaja, sekä pätevyysdet omaava ratatyöstä vastaava luvan hakijan puolelta.

Vaikka turvallisuussuunnitelmat tulee toimittaa Liikennevirastolle, niin vastaanottaessaan ne, Liikennevirastolle ei siirry vastuu suunnitelmissa esitetyistä ratkaisuksista.

Luvan hakija vastaa kaikista kustannuksista, joita lupaprosessi tai louhintatyö aiheuttaa.

Lupahakemuksessa tulee olla mukana ainakin seuraavat suunnitelmat ja asiakirjat /8/:

1. **Rakennuttajan laatima turvallisuusasiakirja**
2. **Päätoteuttajan laatima (louhinta)työmaan turvallisuussuunnitelma ja työmaasuunnitelma.** Suunnitelmien tulee sisältää rautatieturvallisuuden varmistamistoimenpiteet Liikenneviraston turvallisuussuunnitelmien laadintaohjeiden mukaisesti.
3. **Räjäytys- ja louhintatyön turvallisuussuunnitelma.** Lisätiedot on esitetty liitteessä 5. Esimerkkilomake räjäytys- ja louhintatyön turvallisuussuunnitelmasta löytyy Infra ry:n kotisivulta <http://www.infrary.fi>.

4. **Räjäytyssuunnitelmat** tyypillisistä ja suurimmista räjäytyksistä tai muuten eniten vaaraa aiheuttavista räjäytyksistä.
5. **Louhintatyömaan sijaintitieto sidottuna rautatiehen**; sijaintitietoina ilmoitetaan rataosa, rautatieliikennepaikka tai rautatieliikennepaikkaväli ja radan kilometrilukema muodossa KM+M (esim. 32+300). Käytettävät rataosakoodit ja liikennepaikkatunnukset löytyvät Liikenneviraston julkaisusta "Luettelo rautatieliikennepaikoista" /7/.
6. **Karttaliite (asemapiirustus)**, jossa louhintakohde ja lähellä olevat raiteet on selvästi esitetty. Kartassa tulee esittää rautatiealueella olevien varottavien rakenteiden ja laitteiden sijainti.
7. **Louhintatyön riskienarviointi**, jonka liitteenä on luettelo rautatiealueella olevista louhintatyössä varottavista laitteista ja rakenteista. Lisätiedot on esitetty liitteessä 5. Riskienarviointi tehdään Riskienhallinta radan suunnittelussa -ohjeen mukaisesti. /10/
 - a. HUOM! Rautatiealueella olevista laitteista ja rakenteista tulee ilmoittaa mahdollinen tunnusnumero, mikäli se on havaittu maastossa (esimerkiksi pylväsnumero).
8. **Louhintakohteesta mittakaavaan (1:50...1:100) piirretty poikkileikkauskuva**, jossa näkyy vähintään lähin raide, kun etäisyys louhintakohteesta rataan on alle 50 m.
9. **Rautatiealueella olevien rakenteiden ja laitteiden suojaustarve**. Mikäli suojaukseen on tarvetta, hakemuksen liitteenä tulee esittää myös rakenteiden ja laitteiden suojaussuunnitelmat.

Riskienarvioinnin tekemistä helpottamaan on laadittu tarkistuslista (liite 1), jonka avulla rautatiealueella olevat laitteet ja rakenteet voidaan luetteloida.

LUVAN MYÖNTÄMINEN JA ENNAKKOILMOITUKSET

Liikennevirasto määrittelee antamassaan louhintaluvassa junaliikenteeseen liittyvät turvallisuusvaatimukset ja työssä noudatettavat turvallisuusohjeet.

Tällaisia vaatimuksia ja ohjeita voidaan antaa esimerkiksi louhintatöiden suorittamiseen, junaturvallisuuteen, tiedossa oleviin suunnitelmiin sekä ajoneuvojen tai työkonoiden liikkumiseen rautatiealueella liittyen. Louhintaluvan liitteenä on liikenne-turvallisuussuunnitelma, jota urakoitsijan tulee noudattaa.

Ohjeiden ja vaatimusten lisäksi louhintaluvassa nimetään luvansaajan puolelta räjäytystyönjohtaja ja jollei hän toimi itse panostajana, niin myös panostaja. Paikalla täytyy olla aina (räjäytystyön ollessa käynnissä) panostajan. Jos räjäytystyönjohtaja on eri henkilö kuin panostaja, hänen tulee käydä räjäytyskohteessa vähintään kerran työvuorossa, jollei turvallisuussuunnitelmassa ole osoitettu muuta. Räjäytystyönjohtaja ottaa vastaan Liikenneviraston yhteyshenkilön ohjeita.

Louhintaluvassa nimetään myös Liikenneviraston rakennusaikainen yhteyshenkilö, joka edustaa Liikennevirastoa louhintatyön suorittamiseen liittyvissä asioissa. Hän huolehtii rakennuspaikalla mahdollisesti tarvittavasta valvonnasta ja junaliikenteen

turvallisuusjärjestelyistä sekä päättää radan lopputarkastuksen tarpeellisuudesta kunnossapidon kannalta.

Ennalta suunnitellusta ratatyöstä laaditaan ennakkosuunnitelma yhdessä liikennesuunnittelun kanssa siten, että työlle tarvittavat työajat, liikennöinnin keskeytykset ja muut poikkeukselliset järjestelyt ovat huomioitu. /5/

Ratatyöstä vastaavan on huolehdittava, että louhintatyöstä tehdään ilmoitus rautateiden ennakkoilmoitusjärjestelmään (ETJ) vähintään kaksi (2) viikkoa ennen suunniteltua louhintatyön aloitusta. Ilmoituksen voi tehdä Liikenneviraston nimeämä yhteyshenkilö, jolla on tarvittavat pätevyudet. Jos louhintatyön aikana tarvitaan jännitekatkoja, niiden tarpeesta on ilmoitettava ko. alueen sähköradan käyttökeskukselle vähintään kaksi (2) viikkoa etukäteen.

Ratatyöstä vastaavan on huolehdittava siitä, että yhden päivän aikana tehtävistä räjäytystöistä tehdään ennakkoon määräysten mukainen Rt-ilmoitus (ratatyöilmoitus) ja suunnitellut räjäytysajat ilmoitetaan ko. alueen sähköradan käyttökeskukselle.

Räjäytystyöstä tulee tehdä erillinen merkintä ennakkoilmoitusjärjestelmään sen liikenteellisten vaikutusten osalta. Lisäksi Rt-ilmoitukseen on tehtävä erillinen merkintä räjäytystyöstä. /5/

TÖIDEN SUORITTAMINEN

Louhintatyön aikana on erityisesti varottava aiheuttamasta vaaraa juna- tai sähköturvallisuudelle taikka haittaa rautatieliikenteelle. Jokaisen räjäytyksen jälkeen ratatyöstä vastaavan on varmistettava, että rata on liikennöitävässä ja turvallisessa kunnossa. Ratatyöstä vastaavan tulee käyttää radan kunnan tarkastamisessa TUROn mukaista riittävän pätevyyden omaavaa henkilöä. Liikenneviraston tarkastuksia ja katselmuksia tekeviltä henkilöiltä edellyttämät pätevyudet on kuvattu TUROn kohdassa 3. /5/

Vaara- ja onnettomuustilanteissa toimitaan TUROn mukaisesti /5/. Työn aikana mahdollisesti tapahtuvista rakenteille ja laitteille sallittujen louhintatärinöiden ylityksistä, kivien sinkoutumisesta tai rautatiealueella olevien rakenteiden ja laitteiden vaurioitumisesta on välittömästi ilmoitettava Liikenneviraston rakennusaikaiselle yhteyshenkilölle. Vasta Liikenneviraston yhteyshenkilön nimeämän asiantuntijan tekemän katselmuksen jälkeen voidaan junaliikennettä jatkaa kyseisen paikan ohi.

Mikäli louhintatyön aikana joudutaan merkittävästi poikkeamaan lupaehtojen tai lupahakemuksessa esitettyjen suunnitelmien tai muiden asiakirjojen mukaisesta toiminnasta, on muutoksia varten saatava uusi louhintalupa.

TÖIDEN LOPETTAMINEN

Kun louhintatyö on suoritettu loppuun, luvansaajan on pyydettävä loppukatselmuksen suorittamista. Loppukatselmuksessa on oltava paikalla luvansaajan lisäksi vähintään kunnossapitäjän ja Liikenneviraston edustajat. Katselmuksesta laadittava pöytäkirja on toimitettava Liikenneviraston rakennusaikaiselle yhteyshenkilölle.

2.2 Louhintatyöt rautatiealueen läheisyydessä

2.2.1 Yleistä

Kun louhintatöitä tehdään rautatiealueen ulkopuolella mutta kuitenkin rautatiealueen läheisyydessä, on rakennuttajan syytä selvittää rakennushankkeen suunnittelu- ja valmisteluvaiheessa junaliikenteen ja rautatien läheisyyden vaikutukset louhintatyön toteuttamiselle. Louhintatyö rautatiealueen läheisyydessä voi aiheuttaa vaaraa junaliikenteelle tai radalle ja sen rakenteille. Louhintatöistä on siksi useimmiten syytä olla etukäteen yhteydessä kyseisen alueen Liikenneviraston rataisännöitsijään.

Työn suunnittelussa on syytä varautua siihen, että louhintatyöt voivat edellyttää toimenpiteitä sekä junaliikenteen kulun turvaamiseksi että radan rakenteiden ja laitteiden suojaamiseksi räjäytystyön ajaksi.

Louhintatyötä tilaavat ja toteuttavat tahot ovat vastuussa siitä, että louhintatyöt eivät aiheuta vaaraa junaliikenteelle tai vaurioita rautatietä ja sen laitteita. Tähän liittyvät vastuut ja velvoitteet perustuvat lainsäädäntöön, kuten työturvallisuutta ja vahingonkorvausvastuita koskeviin lakeihin ja säädöksiin /1/, /3/, /9/.

Rakennuttajan ja urakoitsijan pitää arvioida louhintatöistä syntyvät riskit junaliikenteelle, rautatien rakenteille ja laitteille.

Riskienarvioinnin pohjalta rakennuttaja ja urakoitsija päättävät sen, milloin on tarve ottaa yhteyttä Liikenneviraston rataisännöitsijään. Yhteydenottotarvetta voi osaltaan arvioida tässä ohjeessa esitettyjen tietojen pohjalta.

Mikäli riskienarvioinnin pohjalta louhintatöiden johdosta otetaan yhteyttä Liikennevirastoon, tulee kohdan 2.1.2 mukainen lista suunnitelmista toimittaa Liikennevirastoon ja louhintaan tulee saada Liikenneviraston lupa.

Rautatie on asetuksessa määritelty paikka missä ihmisiä tavallisesti oleskelee ja se muodostaa ympärilleen 200 m säteelle ulottuvan asetuksessa tarkoitetun asutun alueen /1/, /2/. Asutulla alueella toimiminen aiheuttaa mm. seuraavia vaatimuksia:

- Räjäytystyönjohtajalla on oltava ylipanostajan pätevyyskirja ja vähintään kahden vuoden kokemus ylipanostajana, jos räjäytystyössä käytetään räjähteitä yli räjäyttäjän pätevyyskirjalla räjäytettäväksi sallitun määrän.
- Panostajalla on oltava ylipanostajan pätevyyskirja, jos vuorokaudessa käytetään yli 500 kg tai panostilassa yli 10 kg räjähteitä.
- Räjäyttäjän pätevyyskirjalla saa räjäyttää vain yksittäisiä panoksia joiden suuruutta rajoittaa seuraava taulukko:

Yhtenä panoksena räjäytettävä räjähdemäärä (kg)	Etäisyys (m) asutusta rakennuksesta tai paikasta, jossa ihmisiä tavallisesti oleskelee
0,06	10
0,12	20
0,25	40
0,50	80
1,0	160

- Vain patruonoitujen räjähdysaineiden käyttö on sallittu avolouhinnassa, jollei työmaa-aluetta voida tarpeellisessa laajuudessa sulkea ulkopuoliselta liikenteeltä ja henkilöiltä.
- Räjäytettävät kentät on aina peitettävä tarkoitukseen sopivilla peitteillä tai muulla luotettavalla tavalla

Räjätystyön johtajan on selvitettävä ja selvästi ilmoitettava, milloin vaaralliselle alueelle voi räjäytyksen jälkeen mennä. Tämä koskee myös liikenteen päästämistä rataosuudelle.

2.2.2 Riskienarviointi

Louhintatyötä toteuttavien tahojen on itse määriteltävä se, milloin louhintatyöstä voi olla vaaraa junaliikenteelle tai louhintatyöt voivat vaurioittaa radan rakenteita ja laitteita. Tämä riskien arviointivelvoite koskee rakennuttajaa, suunnittelijaa, päätoteuttajaa ja louhintaurakoitsijaa sekä tarvittaessa muita urakoitsijoita.

Yhteydenottotarve Liikennevirastoon riippuu louhintakohteen olosuhteista ja louhintatyön ominaisuuksista. Louhintatyön laajuus ja määrä, käytettävät työmenetelmät, peittämisen tehokkuus, räjäytettävien kenttien koko ja muoto, räjäytyssuunta, panosten suuruus, louhintatyössä syntyvät tärinä- ja pölyhaitat ja ilmanpaineet, kallion laatu ja ominaisuudet, maasto-olosuhteet ja muut vastaavat tekijät on otettava huomioon arvioitaessa yhteydenottotarvetta.

Yhteydenottotarvetta arvioitaessa voidaan pohjana käyttää seuraavia arviointikriteerejä:

1. Tehtäessä louhintatöitä kauempana kuin 200 metrin etäisyydellä rautatiealueesta ei yhteydenotto Liikennevirastoon ole yleensä välttämätön, ellei rakennushankkeen suunnittelu- ja valmisteluvaiheen tai itse rakentamisen aikana ole tullut esille seikkoja, jonka vuoksi yhteydenotto saattaa olla tarpeellista. Yhteydenottotarve on mahdollista esim. suurimittakaavaisessa louhintatyössä, kuten kaivoshankkeissa tai suuressa kiviainestuotannossa.
2. Tehtäessä louhintatöitä 100–200 metrin etäisyydellä rautatiealueesta on hyvä ottaa yhteyttä Liikennevirastoon mahdollisten ohjeiden saamiseksi. Nämä ohjeet saattavat määrätä riskianalyysin tehtäväksi, jos louhinnan mittakaava ja/tai läheisen rataosuuden laitteet tai rakenteet sitä edellyttävät.
3. Tehtäessä louhintatöitä alle 100 metrin etäisyydellä rautatiealueesta pitää aina ottaa yhteyttä Liikennevirastoon, koska näin lähellä rautatiealuetta tehtävät louhintatyöt edellyttävät yleensä toimenpiteitä junaliikenteen turvaamiseksi ja radan rakenteiden ja laitteiden suojaamiseksi. Tässä tapauksessa myös riskianalyysi on yleensä tehtävä.

Vaikka riskienarvioinnissa päädytään siihen, että yhteydenottotarvetta Liikenneviraston rataisännöitsijään ei ole, on riskienarviointi lähetettävä aina tiedoksi kyseisen alueen rataisännöitsijälle.

Jokaisen louhintatyöhön liittyvän osapuolen on osaltaan huolehdittava tarpeellisesta yhteydenpidosta ja tiedonkulusta Liikenneviraston suuntaan.

Riskienarvioinnin pohjalta saadut tiedot tulee kirjata turvallisuusasiakirjaan. Louhintatöiden aiheuttamat riskit junaliikenteelle, radalle ja sen rakenteille on otettava huomioon myös arvioitaessa peittämisen tarvetta ja tehokkuutta. Rakennuttajan antamissa menettelyohjeissa ja turvallisuussäännöissä tulee myös ottaa huomioon työskentely rautatiealueen läheisyydessä.

Jos rakennuttaja ei ole ottanut yhteyttä Liikennevirastoon, päätoteuttajan ja louhintaurakoitsijan on puolestaan arvioitava oman turvallisuussuunnittelun yhteydessä yhteydenottotarve.

Päätoteuttajan tulee ottaa huomioon junaliikenne ja rautatiealueen läheisyys mm. turvallisuussuunnitelman ja työmaasuunnitelman laatimisen yhteydessä.

Louhintaurakoitsijan on puolestaan otettava huomioon junaliikenne ja rautatiealueen läheisyys räjäytys- ja louhintatyön turvallisuussuunnitelman, räjäytyssuunnitelman ja louhintatöitä koskevien turvallisuusohjeiden laadinnassa.

2.2.3 Yhteydenotto Liikennevirastoon, ohjeet

Yhteydenotto Liikennevirastoon on syytä tehdä hyvissä ajoin ja yleensä viimeistään *kolmea (3) viikkoa* ennen louhintatöiden aloittamista. Yhteyshenkilönä on Liikenneviraston paikallinen rataisännöitsijä. Rataisännöitsijöiden yhteystiedot löytyvät Liikenneviraston verkkosivuilta osoitteesta <http://www.liikennevirasto.fi> kohdasta Kunnossapito > Rataverkon kunnossapito > Rataisännöitsijöiden yhteystiedot. Lisäksi on syytä ottaa yhteys Liikenneviraston projektipäällikköön, jos Liikennevirastolla on meneillään rautatiealueen ulkopuoliseen louhintatyöhön liittyvä muu rakentamishanke.

Yhteydenoton pohjalta Liikennevirasto antaa turvallisuusohjeita louhintatöiden suunnittelua ja toteutusta varten. Samassa yhteydessä sovitaan kirjallisesti tarpeellisista turvallisuustoimenpiteistä tai menettelytavoista.

Liikenneviraston yleisneuvonta ja -ohjeet ovat maksuttomia ja ne ovat ladattavissa Liikenneviraston verkkosivuilta.

Lähteet

- /1/ Valtioneuvoston asetus räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta 644/2011
- /2/ Räjäytys- ja louhintatyön turvallisuusohje, Työturvallisuuskeskus 2012
- /3/ Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009
- /4/ Ratatekniset ohjeet (RATO) 1-19. Liikennevirasto.
- /5/ Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO). 1/2012. Liikennevirasto
- /6/ Sähkörataohjeet B22. 2009. Ratahallintokeskus.
- /7/ Luettelo rautatieliikennepaikoista 2012. Liikennevirasto.
- /8/ InfraRYL Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. InfraRYL 2010.
- /9/ Työturvallisuuslaki 738/2002
- /10/ Riskienhallinta radan suunnittelussa. 10/2010. Liikennevirasto
- /11/ Rautatielaki 304/2011

RISKIANALYYSI RAUTATIEN LÄHEISYYDESSÄ SUORITETTAVASTA LOUHINTATYÖSTÄ

Työmaa:

Työmaan nimi: _____ Katuosoite: _____ Kaupunki/Kunta: _____
Lähin etäisyys radasta: _____ m Rakennuttaja: _____ Urakoitsija: _____
Rataosa: _____ Paalu/km-lukema: _____ km + _____ m Liikennepaikka: _____

Suunniteltu louhintatyö:

Louhittavat kuutiot: _____ m³ _____ m² Pengerkorkeus: max: _____ m min: _____ m Louhinta-aika: _____
Reikäkoko: Ø max _____ mm Ø min _____ mm Max. ominaispanostus: _____ kg/ m³ Max. momentaaninen panostus: _____ kg

Rataosuudella huomiotavat rakenteet ja laitteet m säteellä työmaasta

Rakenne tai laite:	Mahd. tunnus:	Louhinnan etäisyys Rakenteesta tai laitteesta [m]:	Sinkoutumis- tai ilmanpaineriski:	Tärinä- mittaus:	Tärinän raja-arvo heilahdusnopeudelle [mm/s] tai kiihtyvyydelle [m/s ²]:
1. _____		R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____
2. _____		R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____
3. _____		R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____
4. _____		R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____
5. _____		R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____
6. _____		R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____
7. _____		R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____
8. _____		R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____
9. _____		R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____
10. _____		R1: _____ - R2: _____ m	kyllä / ei	kyllä / ei	R1 _____ - R2 _____

RISKIANALYYSI RAUTATIEN LÄHEISYYDESSÄ SUORITETTAVASTA LOUHINTATYÖSTÄ

Suosittelvat erityisvaatimukset:

Katselmukset: _____

Tärinämittaus: _____

Raja-arvot: _____

Sähköradan jännitteisyys: _____

Räjäytysajat: _____

Ilmoitukset: _____

Vartiointi: _____

Räj. jälkeiset tarkastukset: _____

Räjäytyssuunnitelmat: _____

Reikäkoko: _____

Räjähdysaineet: _____

Sytytysvälineet: _____

Peittäminen: _____

Laitteet ja työskentely: _____

Aika ja paikka

Analyysin tekijä:

Yritys:

Koulutus/kokemus:

Sallitun panosmäärän laskeminen eri etäisyyksillä

Kun rakenteille ja laitteille sallitut värinäräjä-arvot on arvioitu, momentaaninen panostus voidaan arvioida seuraavalla kaavalla:

$$Q = \left(\frac{v}{k} \right)^2 \times R^{3/2}$$

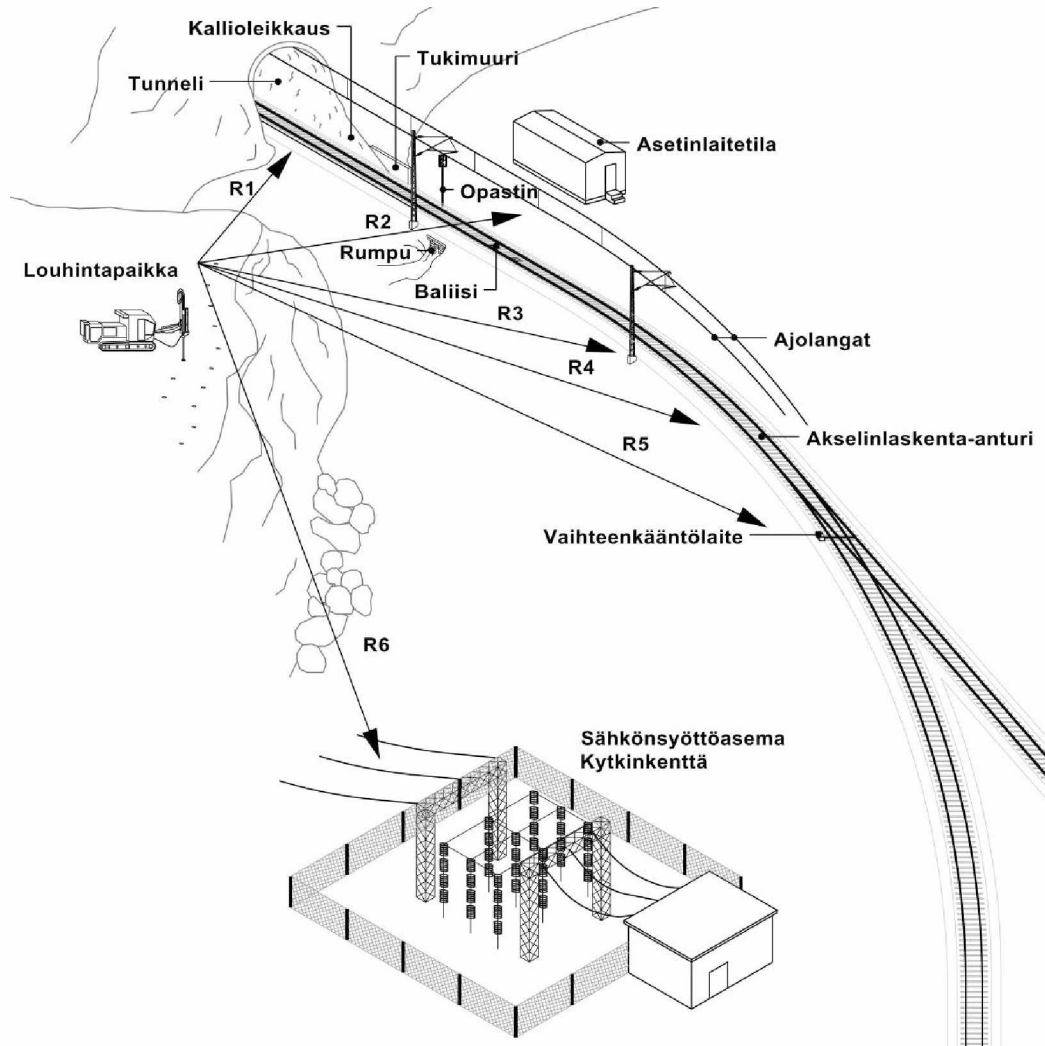
missä	k on	kalliovakio
	v on	heilahdusnopeus
	Q on	momentaaninen räjähdysainemäärä
	R on	etäisyys

Kaavassa **k** on kallion värinäjohtavuusluku, jonka maksimiarvo on **k=400**. Värinäjohtavuusluvun (**k**) arvo on riippuvainen kallion laadusta ja rakenteesta. Mitä rikkonaisempi kallio, sitä pienempi on myös **k**. Yleisesti voidaan todeta, että arvo **k=400** esiintyy lähietäisyyksillä vähärakoisessa ja kovassa kalliossa. Yleensä on todettu, että **k < 400**, kun etäisyys **R > 10 m**.

Rautatien rakenteet, laitteet ja toiminnot huomioiva Räjätystärinän ohjearvo- ja seurantakäytäntö

Tämän ohjeen räjäytystärinän turvallisuusohjearvojen määrittelyn ja mittauskäytännön ohjeistuksessa louhintakohteet on luokiteltu kolmeen eri ryhmään. Luokittelu on tehty sen perusteella, kuinka suuren vahinkoriskin räjäytystärinä läheisyydessä olevan radan rakenteille ja laitteille aiheuttaa. Taulukoissa ja tekstissä ohjeistetut panostus- ja tärinäarvot ovat vain ohjeellisia lukuarvoja. Ohjearvoja noudattamalla ko. rakenteisiin ja laitteisiin välittyvä räjäytystärinä ei todennäköisesti lisää niiden vikaantumisriskiä. Ohjeiden noudattaminen tai noudattamatta jättäminen sellaisenaan ei vaikuta mahdollisten vahinkojen korvausvastuisiin. Vallitsevan suomalaisen oikeuskäytännön mukaan, vastuu mahdollisista vahingoista määräytyy todennäköisen syy-yhteyden perusteella.

Tehtäessä louhintatöitä radan läheisyydessä on otettava huomioon, että louhintakohteen lähellä voi olla useita rajoittavia tekijöitä. Näistä on osattava valita se, joka ko. kohteessa muodostuu kriittisimmäksi, vaikka se sijaitsisi hieman kauempana kuin välittömässä läheisyydessä olevat kestävämmät rakenteet.



Kuva L3.1 Etäisyyksien huomioiminen louhintatärinän ja räjäytyksen ilmanpaine-vaikutuksen arvioinnissa

Tärinävahinkoriskin kannalta vähämerkitykselliset louhintatyöt

Tällaisia ovat louhintakohteet, jotka suuren etäisyytensä ja/tai vähäisen räjähdysainemääränsä takia eivät teknisesti edellytä räjäytystärinään liittyviä tarkempia ennakkoselvityksiä ja työn toteutusaikaisia tärinämittauksia.

Louhintakohde sijoittuu tähän luokkaan, mikäli siinä käytetty panostus on korkeintaan taulukossa L3.1 ilmoitetun suuruinen. Tarkastelu tulee tehdä kaikille alueella oleville laitteille ja toiminnoille erikseen, esim. rengastamalla kunkin laitteen etäisyyttä räjäytyspaikasta osoittava rivi. Rajoittavin kohde ei välttämättä ole se, jolle tärinäohjearvo on lukuarvoltaan pienin, vaan se, jonka turvallisuusohjearvo ensinnä saavutetaan kenttäkokoa/panostusta lisättäessä tai louhinnan lähestyessä. Pienimmät panostussuureet osoittavat räjäytystärinän suhteen kulloinkin rajoittavimman kohteen.

Ohjearvot, joiden noudattaminen edellyttää työaikaista tärinävalvontaa

Taulukossa L3.1 ilmoitettujen tärinäohjearvojen mukainen räjäytystärinä ei aiheuta rautatien rakenteille ja laitteille tavanomaisesta lisääntynyttä vahinkoriskiä, eikä anna teknisesti perusteltua syytä tarkempiin selvityksiin. Näissä tapauksissa ei edellytetä kohteen yksityiskohtaista rakenne-, laite- ja tärinäraja-arvoselvitystä

Käytännössä vain em. panostussuureiden mukaiset räjäytyskentät aiheuttavat taulukossa esitettyjen suuruisia tärinävaikutuksia. Panostusta on siksi mahdollista nostaa annettujen turvalliseksi osoittautuneiden tärinäohjearvojen puitteissa, kuitenkin tärinämittauksin varmentamalla.

Esitettyjen tärinäohjearvojen määrittelyn lähtökohtana on käytetty pienimpiä laitteiden dokumentaatioissa, standardeissa ja ohjeissa julkaistuja sekä käytännön työkohteissa ylivarovaiseksi todettuja tärinätasoja. Ne eivät myös useissakaan tapauksissa ylitä tasoja, joita ko. kohteisiin voi välittyä mm. radalla kulkevista junista ja muista tavanomaisista lähteistä. Ohjearvoissa on huomioitu kohteiden sisällä olevien laitteistojen erilaiset asennus- ja kiinnitysvaihtoehdot, sekä perustusten kautta välittyvän tärinän ominaisuuksien mahdollinen muuttuminen, voimistuminen ja vaimeneminen.

Mittaukset tehdään tilojen ja laitteiden perustuksista. Perustuksista mitattuna tärinäsuureet ovat vähemmän alttiita muista lähteistä peräisin oleville vaikutuksille sekä luonnollisesti selkeämmin räjäytysteknisesti kontrolloitavissa. Tärinämittaus tehdään ensisijaisesti mittaamalla heilahdusnopeuden pystykomponenttia rakenteen perustuksesta sekä pylväiden, portaalien, laitekaappien ja laitetilojen betoniperustuksesta.

Louhintatyöt, joissa tulee tehdä yksityiskohtaisia lisäselvityksiä

Tähän luokkaan kuuluvat louhintatyöt:

- missä halutaan käyttää edellä määriteltäviä korkeampia panostus- tai tärinäohjearvoja
- louhintatöitä tehdään $R \leq 20$ m etäisyydellä mistään radan kohteesta
- louhintatöitä tehdään $R \leq 100$ m etäisyydellä tunnelista
- kohteessa on sitoutumisvaiheessa olevia betonivaluja
- kohteessa on juotoksia irtonaista ruiskubetonia $R < 50$ m
- kallion haitallinen siirtyminen on mahdollista
- louheelle on niukasti tilaa purkautua/paisua.

Taulukossa L3.1 annettuja yleisohjearvoja voidaan nostaa, mikäli se kohteen pohjasuhteiden, rakenteiden, niiden kunnon, laitteistojen ja toimintojen yksityiskohtaisen selvitystyön tuloksena saatavien todellisten tärinärajoitusten mukaan on mahdollista.

Tällaisissa tapauksissa on tehtävä yksityiskohtainen perustamistapa-, rakenne- ja laiteselvitys sekä louhintatyömaan suojaus- ja tärinämittaussuunnitelma. Räjäytystä-

rinäohjearvojen määrittelyn ja tärinävalvontasuunnitelman tekijältä edellytetään aa-vaativuusluokan tärinäasiantuntijan pätevyyttä (FISE).

Rataverkon rakenteille ja laitteille sallitun tärinän ohjeellinen määrittely

Rataverkon eri rakenteet, laitteet ja toiminnot on jaettu viiteen eri räjäytystärinän suhteen määriteltyyn luokkaan. Luokittelu on välttämätöntä, koska erilaisia eri valmistajien komponentteja ja niiden sijoitusjärjestelyjä on lukematon määrä. Laitteet on luokiteltu seuraavasti:

- A. Asetinlaitetilat (rele ja tietokonepohjaiset) ja tunnelit
- B. Syöttöasemat, sähkökeskustilat sekä kytkinkentät
- C. Maavaraiset yli- ja alikulkusillat, siltarummut, tukimuurit, laitekaapit ja opastimet
- D. Pylväät, portaalit, muuntajat, eristeet, kalliovaraiset yli- ja alikulkusillat, kallioleikkaukset
- E. Radassa kiinni olevat laitteet, baliisit, akselinlaskentalaitteet, vaihteenkääntö- ja lämmityslaitteet

Yksityiskohtaista perustamistapa-, rakenne- ja laiteselvitystä sekä tärinämittausta ei vaadita, mikäli sekä W että nW alittavat taulukon L3.1 arvot tai mikäli tärinämittauksin osoitetaan, että tärinän voimakkuutta v_{ve} (mm/s) ei ylitetä.

Taulukko L3.1 Ohjeelliset värinäräja-arvot rakenteille ja laitteille

A Asetinlaitteet (rele- ja tietokone- pohjaiset) sekä tunnelit				B Syöttöasemat, sähkökeskustilat sekä kytkinkentät				C Maavaraiset yli- ja alikulkusillat, rummut, tukimuurit, laitekaapit ja opastimet			
R(m)	vVe(mm/s)	W(kg)	nW(kg)	R(m)	vVe(mm/s)	W(kg)	nW(kg)	R(m)	vVe(mm/s)	W(kg)	nW(kg)
10	10	0,14	0,96	10	20	0,62	4,0	10	35	2,0	13
20	10	0,57	3,8	20	20	2,5	16	20	28	5,0	32
40	10	2,3	15	40	20	9,8	64	40	23	13	85
60	10	5,1	34	60	20	22	144	60	20	22	144
80	10	9,2	61	80	20	39	256	80	18	32	206
100	10	14	96	100	20	62	400	100	17	44	286
150	10	32	215	150	20	138	900	150	15	76	497
200	10	57	383	200	20	246	1600	200	14	116	767
D Pylväät, portaalit, muuntajat, kalliovaraiset yli- ja alikulkusillat				E Radassa kiinni olevat laitteet							
R(m)	vVe(mm/s)	W(kg)	nW(kg)	R(m)	vVe(mm/s)	W(kg)	nW(kg)				
10	70	8,6	53	10	100	18	110				
20	55	21	129	20	100	73	442				
40	44	52	325	40	100	292	1767				
60	36	76	484	60	100	656	3976				
80	32	106	674	80	100	1166	7068				
100	28	125	800	100	100	1822	11044				
150	25	221	1425	150	100	4100	24848				
200	22	301	1947	200	100	7289	44174				

Yksityiskohtainen perustamistapa-, rakenne- ja laiteselvitys sekä suojaus- ja värinämittaussuunnitelma tehdään aina, kun värähtelypaikan

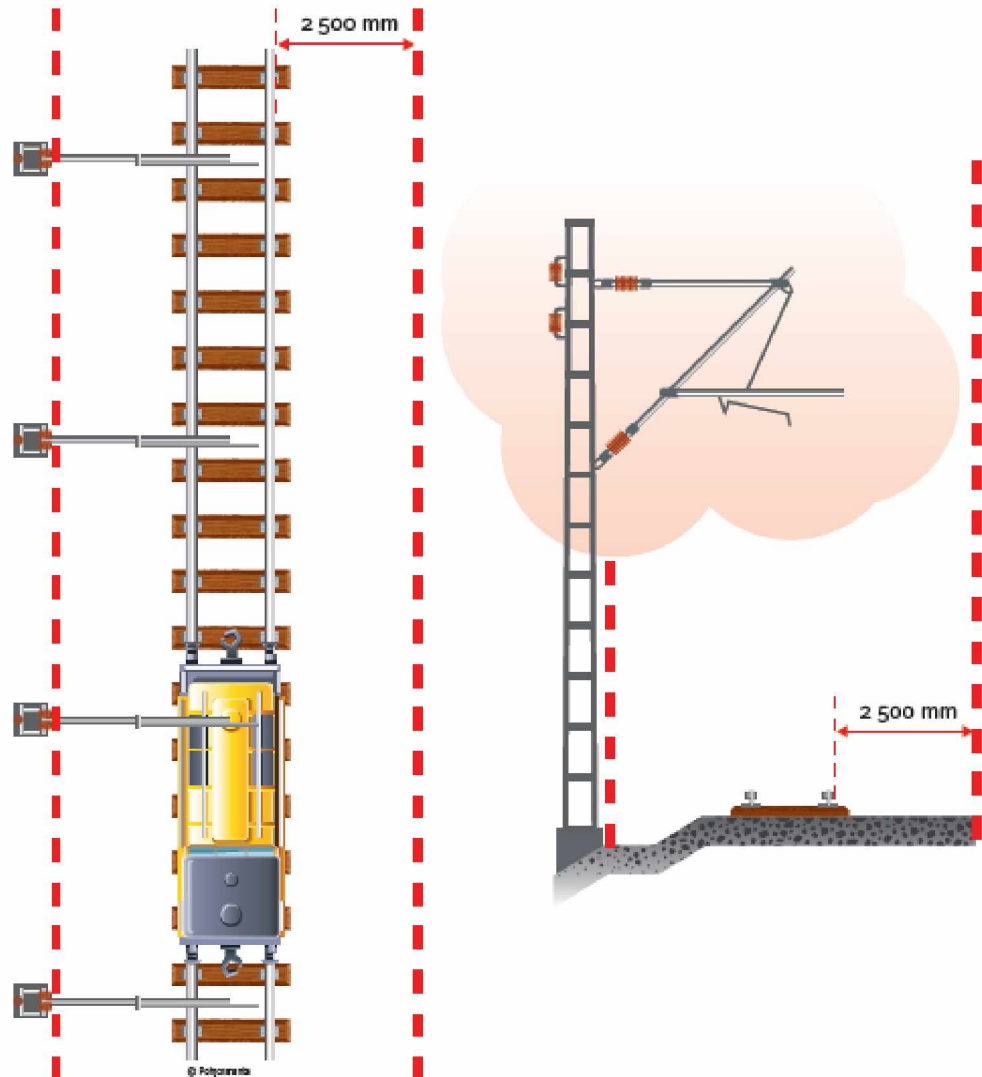
- etäisyys sähkö tai asetinlaitostiloihin on $R \leq 50\text{m}$,
- etäisyys muihin rata-alueen kohteisiin on $R \leq 10\text{m}$,
- kallion haitallinen siirtyminen tai paisuminen on mahdollista,

Taulukossa käytetyt lyhenteet ovat:

- $vVe(\text{mm/s})$ Heilahdusnopeuden pystysuunnan huippuarvo
- $R(\text{m})$ Etäisyys mittaus- ja värähtelypaikan välillä
- $W(\text{kg})$ Suurin yhdelle nallinumerolle kytketty värähdysainemäärä
- $nW(\text{kg})$ Kentän kokonaisvärähdysainemäärä

Ratatyön suojaulottuma (RSU)

Ratatyön suojaulottuman (RSU) reunan etäisyys on 2,5 metriä lähimmästä kiskosta tai sähköradan pylväslinja. Lisäksi on huomioitava sähköradan suojaetäisyydet, joita ei saa alittaa. (ks. B 22, Sähkörataohjeet)



Louhintatyön suunnittelu rautatien läheisyydessä

L5.1 Riskianalyysi

Räjäytys- ja louhintatyötä varten tulee aina laatia asiakirja, joka sisältää riskinarvioinnin ja määrittelyn tarvittavista turvallisuustoimenpiteistä. Riskien arvioinnin yhteydessä tehdään ympäristön riskianalyysi, johon kuuluu muun ympäristön lisäksi myös rautatiealueella olevien rakennusten, rakenteiden ja laitteiden katselmointitarpeen määrittely. Riskianalyysin raportoinnin tulee rautatiealueen osalta sisältää vähintään seuraavat tiedot:

- Rautatiealueella olevat värinäherkät laitteet ja rakenteet: liitteenä tulee olla katselmukseen perustuva luettelo lähimmistä rataan liittyvistä värinäherkistä rakenteista tai laitteista sekä etäisyydet niihin (esim. liitteessä 1 esitetyn tarkistuslistan avulla). Kartalla on esitettävä ainakin kohteiden sijainti ja laatu sekä vaadittavien värinämittarien sijainti. Normaalisti rautatiealue tulee katselmoida 100 metriä louhintapaikan molemmin puolin, mutta tapauskohtaisesti katselmointialue voi olla edellä mainittua pienempi tai suurempi. Rautatiealueen katselmoinnin suorittajalla tulee olla aa-vaativuusluokan värinäsiantuntijan pätevyys (FISE).
- Rautatiealueella oleville rakenteille ja laitteille arvioidut sallitut värinäarvot (heilahdusnopeus ja/tai -kiihtyvyys sekä siirtymäamplitudi): selvitetään kuka mittauksista vastaa ja kuka ne suorittaa sekä kuka suorittaa mahdolliset herkkien laitteiden värinävaimennukset.
- Mikäli väräytyksen aiheuttamat ilmanpainevaihtelut saattavat aiheuttaa riskiä, esitetään riskialttiit kohteet ja suojaustoimenpiteet.
- Kiven sinkoutumisesta aiheutuvat riskit
- Kivien rikotus tulee suunnitella siten, että siitä ei aiheudu vaaraa junaliikenteelle, eikä rautatiealueen laitteet ja rakenteen vaurioidu
- Porareikien paineilmapuhdistuksessa vedestä, porasoijasta ja värähdysaineista tulee huomioida radan ja varsinkin sähköradan läheisyys.

Rautatiealueella suoritettavista katselmuksista on sovittava hyvissä ajoin ko. alueen rataisännöitsijän kanssa.

L5.2 Louhintasuunnitelma

Ennen louhintatöiden aloittamista on tehtävä väräytys- ja louhintatyön turvallisuussuunnitelma, jossa on esitettävä VNa 644/2011 /1/ vaatimusten lisäksi vähintään seuraavat asiat:

- louhintatyömaan sijainti (rataosa ja km-väli sekä järjestelypiirros)
- tiedot louhittavan kallion määrästä ja käytettävät pengerkorkeudet.
- arvio väräytettävien kenttien koosta (m³).

- arvio käytettävästä ominaispanostuksesta, momentaanisesta panostuksesta ja kenttäkohtaisesta kokonaisräjähdysainemäärästä.
- louheen purkautumissuunta
- louhintajärjestys alueittain
- rakenteiden suojaukset ja tarvittaessa kenttien peittämissuunnitelma
- alueaikataulu
- kokonaisaikataulu
- turvallisuustoimenpiteet
- vaarallisen alueen määrittäminen
- peittämistarpeen määrittäminen
- poistumis- ja pelastautumissuunnitelma
- työajat (sähkökatkot, liikennekatkot yms.)
- käytettävät räjähdysaineet ja nallityypit

Turvallisuussuunnitelmaan laatimiseen kuuluu olennaisesti louhinnan yleissuunnittelu. Suunnittelussa tulee riittävällä tarkkuudella käydä läpi työn suorittamisen pääperiaatteet. Suunnitelman laatijalla täytyy olla erityistä louhinta- ja räjäytystekniikan tuntemusta.

Lähtökohtana on, että louhintatöiden suorittamisesta ei aiheudu haittaa sähkö- tai liikenneturvallisuudelle eikä henkilöturvallisuudelle. Myös ympäristöllisiin näkökohtiin on kiinnitettävä huomiota. Erityisesti on huomattava, että rautatien sähköistys vaikuttaa ratkaisevasti radan välittömässä läheisyydessä (< 10 m) tehtävien louhintatöiden suorittamiseen.

Rakenteessa kiinni oleva kallio on louhittava erittäin varovasti siten, että rakenteen siirtymää tai louheen hallitsematonta purkautumista/paisumista ei tapahdu.

Suunniteltaessa louhintatöitä rautatien läheisyydessä on otettava huomioon seuraavat asiat:

- Irrotettavan kiven kaatosuunnan tulee olla joko radan suuntainen tai radasta poispäin mikäli suinkin mahdollista.
- Räjäytysten aikatauluttamisessa on otettava huomioon junaliikenteen aiheuttamat rajoitukset.

Tarvittaessa maastossa suoritetaan ennen louhintatöiden aloittamista katselmus, johon ottavat osaa ne osapuolet, joita suunnitelma koskee. Katselmuksen kustannuksista vastaa hakija.

Kohteissa, joissa louhittavan kallion määrä on > 5000 m³ ja riskianalyysissä on todettu lähistöllä olevan rautateihin liittyviä värinäherkkiä rakenteita ja laitteita, on koeräjäytyskentät (1–2 kpl) suunniteltava riskianalyysin suositusten mukaisesti. Koeräjäytysten värinämittaustulosten perusteella lasketaan kalliovakion *k* arvot ja määritetään kohteen rajoitusten asettamien rajoitusten mukaiset räjähdysainemäärät (kokonaisräjähdysainemäärä kentässä ja momentaaninen räjähdysainemäärä) (liite 1). Laskelmat teoreettisista värinäarvoista on luovutettava valvojalle ennen varsinaisen louhintatyön aloittamista, jos odotettavissa oleva värinä ylittää normaalisti esiintyvän värinän voimakkuuden.

Työmaakohtaisen turvallisuussuunnitelman lisäksi louhintatyön aikana jokaisesta räjäytyskerrasta laaditaan räjäytyssuunnitelma. Räjäytyssuunnitelmassa on esitettävä VNa 644/2011 /1/ vaatimusten lisäksi vähintään seuraavat asiat:

- räjäytyskentän juokseva numerointi
- räjäytyshetken kellonaika ja pvm
- louhittavan rintauksen korkeus
- irrotettava kuutiomäärä
- poraus- ja sytytyskaavio
- reikäkohtainen panostusmäärä
- kokonaisräjähdysainemäärä
- kilometrilukema (radan paalu)
- etu ja reikäväli
- ominaispanostus
- momentaaninen räjähdysainemäärä
- vaarallinen alue
- peittäminen

L5.3 Sytytysjärjestelmän valinta

Sähkönallien tahattoman syttymisen estämiseksi on panostettaessa 5–200 m:n etäisyydellä sähköistetyistä radasta noudatettava seuraavia ohjeita:

- Räjäytystyössä saa käyttää sähkönalleista ainoastaan luokan 3 (VA) nalleja. Nallijohtimia ei saa lyhentää. Ei-sähköisten sytytysmenetelmien käyttö on sallittua, samoin elektronisten nallien. Tulilankanallin käyttö on sallittu vain ratatyöluvan mukaisissa töissä. Sähkönallien ja elektronisten nallien käytössä on huomioitava valmistajan ohjeet panostettaessa sähköradan läheisyydessä.
- Sytytyskaapelina tulee käyttää kumi- tai muovieristeistä kaksijohtimista kaapelia. Jos johtimet tai osa niistä on vedettävä yhdensuuntaisiksi radan kanssa, on johtimet sijoitettava mahdollisimman etäälle siitä.
- Sytytysjärjestelmän johtimien ja niiden eristyksen tulee olla virheettömiä. Johtimien liitännäkodat on eristettävä huolellisesti esim. muovisilla eristushylsyillä. Johtimet eivät saa koskettaa kiskoa tai muuta maadoitettua metalliesinettä ja johtimet on huolellisesti ankkuroitava paikalleen.
- Sytytyspiirin johtimien väliin jäävän silmukan pinta-alan tulee olla mahdollisimman pieni.

Kun panostetaan alle viiden metrin etäisyydellä sähköradan jännitteisistä osista, on käytettävä ei-sähköistä sytytystä tai sähköradalle on tehtävä jännitekatko. Tarvittavat sähköradan jännitekatkot tehdään ohjeen Sähkörataohjeet B22 /6/ mukaisesti. Sähköradan jännitekatko tulee tehdä, jos on vaaraa kivien sinkoutumisesta.

Kun panostetaan sähkönalleja tai elektronisia nalleja käyttäen alle 5 metrin etäisyydellä sähköradan jännitteisistä osista, on aina tehtävä sähköradan jännitekatko sekä panostuksen, että räjäytyksen ajaksi. Milloin syytä katsotaan olevan, Liikenneviraston edustaja voi määrätä jännitekatkon tehtäväksi myös muulloin. Jännitekatkoa ei tarvitse tehdä ei-sähköistä sytytystä käytettäessä, ellei ole vaaraa kiven iskemästä/sinkoutumisesta.

Sallitut työskentelyetäisyydet sähköradan jännitteisistä osista on mainittu ohjeessa Sähkörataohjeet B22 /6/.

L5.4 Reikäkoon valinta

Louhinnassa käytettävä suurin reikäkoko (d_{\max}) on määritettävä riskianalyyssissä tai viimeistään turvallisuussuunnitelmassa. Reikäkoon valinta on suhteutettava ympäristön rajoituksiin ja pengerkorkeuteen (H) seuraavasti:

- $H < 1$ m, $d_{\max} = 51$ mm
- $1 < H < 5$ m, $d_{\max} = 64$ mm
- $H > 5$ m, $d_{\max} = 76$ mm
- $d_{\max} > 76$ mm reikää ei tule panostaa alle 200 m etäisyydellä radasta muissa kuin poikkeustapauksissa. Panostettaessa yli $d_{\max} > 76$ mm reikää, pitää asiaa erikseen huomioida riskienarvioinnissa kivenheiton ja tärinän kannalta.

L5.5 Suojaukset

Urakoitsijan velvollisuus on huolehtia louhintakenttien peittämisestä siten, että haitallista sinkoilua ja lohcareiden purkautumista/paisumista ei tapahdu.

VNa 205/2009 tulee tulkita siten, että rakennuttajan tai muun, joka ohjaa rakennushanketta, on merkittävä turvallisuusasiakirjaan peittämistä koskevat arviot ja toimenpiteet (tarvitaanko ja millaista peittämistä). Rakennuttaja esittää suunnitelmapiirustuksissa minimisuojaukset, jotka louhinta-urakoitsijan on vähintään tehtävä. VNa 644/2011/1/ mukaan asutulla alueella räjäytykset tulee peittää aina ja avolouhinnassa panostamiseen on käytettävä patruunoitua räjähdysainetta. Asetusta tulee tulkita siten, että kaikki räjäytykset 200 m etäisyydellä radasta on aina peitettävä sekä panostettava patruunoidulla räjähdysaineella, jollei rataa suljeta liikenteeltä vähintään 200 m etäisyydellä räjäytyspisteestä.

Yleisimmät suojausmenetelmät ovat:

- juuri-/louhetäkkäys
- peitteet (autonrengasmatot, kevyet peitteet); louhittaessa korkeita luiskia on kiinnitettävä erityistä huomiota peitteiden yläpään kiinnitykseen
- hirsipatjat
- sepelitäytöt reiässä
- teräsrakenteet, esim. pylväiden suojauksessa
- teräspontit kiskoja ja pölkkyjen suojauksessa

Louhittaessa korkean leikkauksen yläreunalla tulee lohcareiden vyöryminen raiteille estää taustasuojauksella, joka voidaan tehdä esim. pultituksella.

Rautatien rakenteiden ja laitteiden vaurioherkkyyden arviointi riskianalyysin yhteydessä

SISÄLTÖ

L6.1	INFRARAKENTEET	2
L6.1.1	Yleistä	2
L6.1.1.1	Rakenteiden paikantaminen ja kuntotiedot.....	3
L6.1.1.2	Rakenteiden tarkkailu louhintatyön aikana	3
L6.1.2	Kivirakenteet	4
L6.1.3	Betonirakenteet	9
L6.1.4	Teräsbetonirakenteet.....	10
L6.1.5	Teräsrakenteet	12
L6.1.6	Eri rakennetyypeistä koostuvat rakenteet	13
L6.1.7	Tunnelit	14
L6.1.8	Kallioleikkaukset	14
L6.2	TURVALAITTEET	16
L6.2.1	Radassa kiinni olevat laitteet.....	16
L6.2.2	Radan välittömässä läheisyydessä olevat laitteet	18
L6.2.3	Laitetilat	19
L6.3	SÄHKÖISTYSLAITTEET	20
L6.3.1	Syöttöasemat	20
L6.3.2	Radanvarsisäästömuuntajat.....	21
L6.3.3	Sähkökeskukset	21
L6.3.4	Imumuuntajat	21
L6.3.5	Pylväät ja portaalit	22
L6.3.6	Ratajohto kääntöorsineen ja eristimineen.....	22

L6.1 Infrarakenteet

L6.1.1 Yleistä

Louhintatyön suunnittelussa on otettava huomioon louhintatyön vaikeusaste suhteessa infrarakenteeseen. "Tavanomaiset" kauempana infrarakennetta tehtävät pienet louhintatyöt vaativat vähemmän suunnittelua kuin välittömästi infrarakenteen vieressä tapahtuvat tai helposti infrarakenteelle välittyvät (esim. kallion tai paalujen kautta) louhintatyön vaikutukset. Mikäli infrarakenne on suorassa tai lähes suorassa yhteydessä louhintakohteeseen, välittyvät louhintatyön aiheuttamat rasitukset aina herkemmin rakenteelle.

Lisäksi on otettava huomioon, liittyykö louhinta infrarakenteen uudisrakentamiseen, olemassa olevan rakenteen muutostyöhön tai muihin infrarakenteen läheisyydessä tapahtuviin louhintatöihin.

Uudisrakentamisessa louhintatyön mahdollinen vaiheittain suoritettava järjestys ja infrarakenteen rakentamisen järjestys on sovittava keskenään siten, että uusi infrarakenne ei vaurioidu missään louhintatyön vaiheessa. Lisäksi on otettava huomioon infrarakenteen rakentamiseen liittyvät louhintaherkät työvaiheet kuten betonin sitoutumisaika sekä telineet ja muut työnaikaiset rakenteet. Infrarakentamiseen voidaan myös tarvittaessa liittää työvaiheita, jotka vähentävät louhintatyön haittoja esim. suojarakenteiden rakentamista.

Muutostyössä on otettava huomioon samoja asioita kuin uudisrakentamistyössä sekä lisäksi olemassa olevan rakenteen säilyminen kunnossa louhintatöiden aikana.

Infrarakenteen läheisyydessä tapahtuvassa louhinnassa varmistetaan yleensä vain olemassa olevan rakenteen säilyminen kunnossa louhintatöiden aikana.

Infrarakenteen häiriöherkkyys louhintatöille on yleensä riippuvainen rakenteen kunnosta, perustamistavasta ja siitä, kuinka suuria liikkeitä ja missä suunnasta niitä louhintatöistä rakenteeseen kohdistuu.

Suoranaisten louhintatöiden aiheuttamien vaurioiden lisäksi on arvioitava louhinnasta aiheutuvien ympäristömuutosten vaikutus infrarakenteeseen. Louhinta osana muita louhintaan liittyviä töitä (massojen poistaminen, läjitys...) tai hankkeeseen liittyviä muita töitä (muut maansiirtotyöt) voivat aiheuttaa infrarakenteeseen esimerkiksi lisääntyntä kuormitusta tai rakenteen kokonaisvakavuuden tai -stabiiliteetin heikkenemistä. Kaivu- ja louhintatöihin osana hankkeen muita töitä liittyy usein myös pohjavesitilanteen muutoksia, joiden vaikutus infrarakenteeseen on otettava huomioon.

Peruslähdekohdaksi louhintatyön suunnittelussa ja toteuttamisessa otetaan se, että infrarakenteelle ei aiheuteta kyseiseen rakenteeseen kohdistuvia tavanomaisia kuten junaliikenteen tai ajoneuvoliikenteen aiheuttamia rasituksia suurempia häiriöitä. Tällöin on osoitettava luotettavilla menetelmillä, esimerkiksi jatkuvatoimisella tärinärekisteröinnillä, että louhintatyön aiheuttamat rasitukset ovat vertailukelpoisia tavanomaisten rasitusten kanssa.

Mikäli louhintatyön aikaiset rasitukset ylittävät rakenteen tavanomaiset rasitukset, arvioidaan rakenteen herkkyys louhintatöille suunnitelmätietojen, kuntotietojen ja katselmuksen perusteella.

L6.1.1.1 Rakenteiden paikantaminen ja kuntotiedot

Pienet rummut ja sillat voivat olla maastossa erittäin vaikeastikin havaittavissa. Rumpujen ja siltojen olemassaolosta louhinnan vaikutusalueella saa helpoimmin ja varmimmin tiedon Liikenneviraston rumpu- ja siltarekistereistä. Sijaintitietonsa perusteella rakenteet ovat myös helpommin löydettävissä maastosta.



Kuva L6.1 Pienen rummun pää maastossa. Rumpu on vielä kohtuudella havaittavissa, sillä luiskassa ja ojassa ei ole kovin paljon kasvillisuutta.

Rautatiesiltojen ja -rumpujen sekä tunneleiden kuntoa seurataan säännöllisillä tarkastuksilla. Tarkastusten perusteella kerättyjä vauriotietoja ja vaurioiden perusteella tehtyjä arvioita rakenteiden kunnosta voi tiedustella Liikenneviraston kyseisten rekistereiden ylläpitäjiltä (rumpurekisteri, siltarekisteri, tunnelirekisteri). Lisäksi Liikenneviraston kyseisen rakennetyypin arkistosta (silta-arkisto, geoarkisto) on yleensä saatavilla suunnitelmätietoa. Yhteydenotto rekisterinpitäjään tehdään ko. alueen vastuullisen rataisännöitsijän kautta.

Arvioidessa rakenteen häiriöherkkyyttä louhintatöille on katselmusten lisäksi syytä tutustua rekistereiden kuntotietoihin sekä arkistojen suunnitelmätietoihin.

L6.1.1.2 Rakenteiden tarkkailu louhintatyön aikana

Rakenteille tehdään kuntoarvio ennen louhintatöihin ryhtymistä. Olemassa olevat vauriot kartoitetaan ja mitataan. Mikäli on ennakoitavassa mahdollisia painumia tai siirtymiä rakenteissa tai rakenneosissa, tehdään tarvittavat kartoitukset ja mittaus-suunnitelmat siirtymien tarkkailua varten.

L6.1.2 Kivirakenteet

Kivirakenteet ovat yleensä kestäviä rakenteita, mikäli niissä ei pääse tapahtumaan tukien painumia tai kivien välisiä siirtymiä. Kivien väliset sauma-aineet liimaavat usein kivet tiukasti toisiinsa, mutta ikääntyneet liitossaumaukset eivät välttämättä kykene estämään kivien välisiä äkillisiä siirtymiä. Siten kivirakenteiden värinänkeston arvioinnissa on otettava huomioon rakenteen vaurioherkkyys.

Louhintatyön suunnittelussa ja toteutuksessa on erityisesti varottava, että kivirakenteiden perustukset eivät pääse painumaan tai siirtymään ja ettei kivirakenteeseen kohdistu suunnaltaan tavanomaista poikkeavia rasituksia.

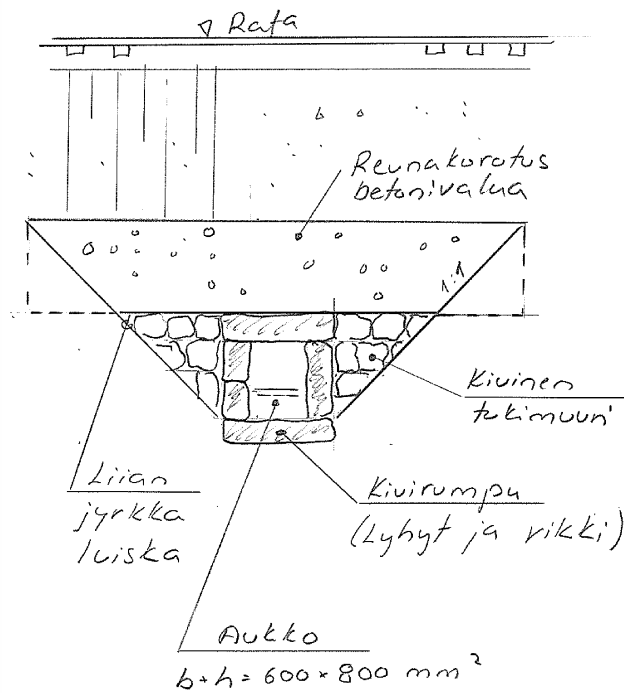
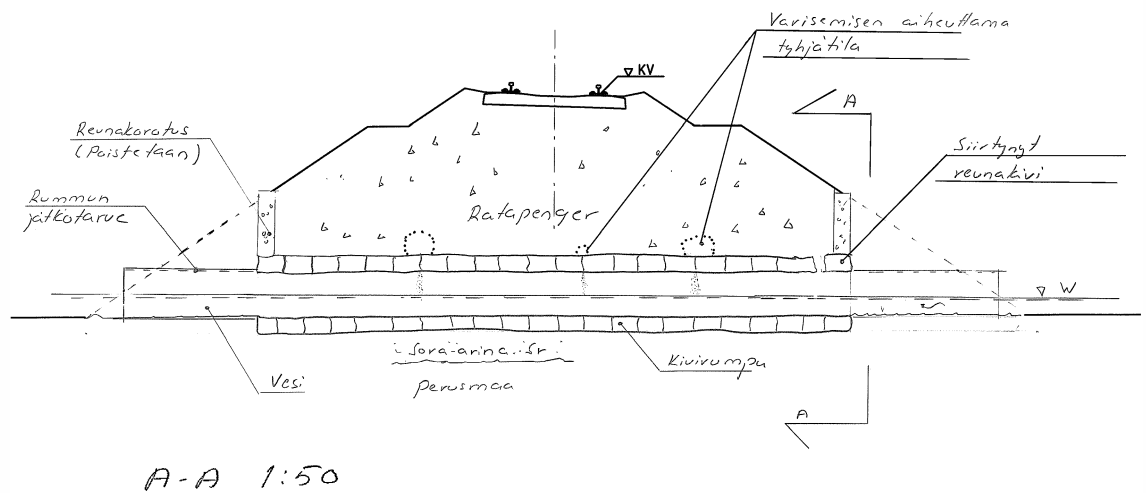
Kivirakenteet ovat yleensä rakennettu 1900-luvun vaihteesta 1930-luvulle välisenä aikana mutta uudempiakin kivirakenteita ja kiviverhousrakenteita on.

Kiviverhous- ja kivikuorirakenteet katsotaan tässä ohjeessa yleensä kuuluvaksi siihen ryhmään, johon varsinainen kantava rakenneosa kuuluu.

Rautatieympäristössä on lähinnä seuraavanlaisia kivirakenteita:

Rummut (vapaa-aukon leveys < 2,0m)

- Suorakaiteen muotoisia tai holvirakenteisia.
- Perustamistavat vaihtelevat kallion- tai maanvaraisista, maa- tai hirsiarinan tai betonianturan varaan rakennetuista puu- tai tb-paaluille perustettuihin.
- Suorakaiteen muotoisissa rummuissa kansilaatta voi olla kivi- tai betoni-rakenteinen.
- Rumpuja voi olla jatkettu useammassakin vaiheessa alkuperäisestä poikkeavilla rakenteilla ja reunapalkkirakenteita voi olla korotettu useampaan kertaan radan korkeusviivan nostamisen myötä.
- Ikääntymisen tai painumien tai kuormituksen lisääntymisen sekä erilaisten jatkamis- tai reunapalkkien korotustöiden vuoksi rakenteissa voi herkästi tapahtua suuriakin siirtymiä, jos ne altistuvat äkilliselle louhintatärinän aiheuttamalle häiriölle.
- Kunto on tutkittava tapauskohtaisesti aina ennen louhintatöihin ryhtymistä. Kuntoa arvioidessa on otettava huomioon, että rumpu on voitu jatkaa useammassakin vaiheessa ja sen kunto voi vaihdella huomattavasti rummun matkalla. Jatketuissa rummuissa yleensä vanhin rakenne on rummun keskialueella.
- Kallionvaraisten tai paalutettujen rakenteiden osalta louhinnasta aiheutuvien haittojen arvioinnissa on aina selvitettävä rakenteen toimintatapa tavanomaisilla kuormituksilla sekä louhinnan aiheuttamilla lisärasituksilla, mikäli louhinnan aiheuttamat rasitukset ovat suuremmat kuin tavanomaisten kuormien aiheuttamat rasitukset.



Kuva L6.2 Esimerkki erilaisista rakenteista, joita rumpurakenteeseen voi liittyä.
Ulospäin saattaa olla näkyvissä vain betonirakenne.



Kuva L6.3 Tyypillinen kivrumpu, jota on todennäköisesti jatkettu kuvaussuuntaan päin edelleen kiviseinillä, mutta kansilaatta muuttuu kivrakenteisesta teräsbetonirakenteiseksi.

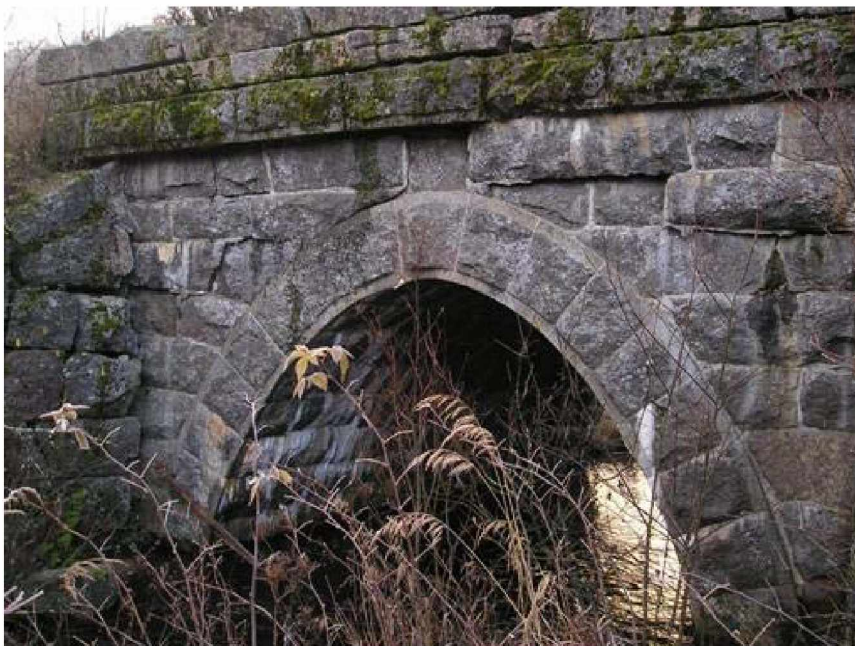


Kuva L6.4 Kivirummun reunapalkkia on korotettu useampaankin kertaan.

Sillat (vapaa-aukon leveys > 2,0m)

- Rakenneperiaatteiltaan vastaavia kuin rummut
- Siipimuurirakenteet ovat yleensä suurempia ja enemmän kuormitettuja kuin rummuissa
- Siltoja voi olla jatkettu tai reunapalkkirakenteita korotettu useampaankin kertaan vastaavasti kuin rummuissa

- Rakenteissa tai niiden osissa voi olla kapasiteettiongelmia, siirtymiä tai painumia, joiden seurauksena silta voi olla riskirakenne louhintatyön aiheuttamalle tärinän aiheuttamille äkillisille liikkeille.
- Kunto tutkittava aina tapauskohtaisesti ennen louhintatöihin ryhtymistä
- Kallionvaraisten tai paalutettujen rakenteiden osalta louhinnasta aiheutuvien haittojen arvioinnissa on aina selvitettävä rakenteen toimintatapa tavanomaisilla kuormituksilla sekä louhinnan aiheuttamilla lisärasituksilla, mikäli louhinnan aiheuttamat rasitukset ovat suuremmat kuin tavanomaisten kuormien aiheuttamat rasitukset



Kuva L6.5 Ylhäällä hyväkuntoinen kiviholvisilta ja alhaalla vanhempi kiviholvisilta, joka ei välttämättä kestä louhintatärinän aiheuttamia äkillisiä siirtymiä yhtä hyvin.

Tukimuurit

- Rakenneperiaatteiltaan ovat yleensä vastaavanlaisia kuin rumpujen ja siltojen maatumakirakenteet.
- Vanhojen kivitukimuurien kuormitus on usein lisääntynyt rakentamisaikaisesta tilanteesta huomattavasti.
- Rakenteissa tai niiden osissa voi olla kapasiteettiongelmia, siirtymiä tai painumia, joiden seurauksena tukimuri voi olla riskirakenne hyvin lähellä olevan louhintatyön aiheuttamalle erittäin voimakkaan värinän aiheuttamille hyvin suurille liikkeille.
- Tukimuurirakenteiden läheisyydessä louhittaessa on erityisesti otettava huomioon mahdollisten louhinnasta aiheutuvien ympäristömuutosten vaikutukset tukimuurin kuormitukseen ja kokonaisvakavuuteen.
- Kunto on tutkittava tapauskohtaisesti aina ennen louhintatöihin ryhtymistä.
- Kallionvaraisten tai paalutettujen rakenteiden osalta louhinnasta aiheutuvien haittojen arvioinnissa on aina selvitettävä rakenteen toimintatapa tavanomaisilla kuormituksilla sekä louhinnan aiheuttamilla lisärasituksilla, mikäli louhinnan aiheuttamat rasitukset ovat suuremmat kuin tavanomaisten kuormien aiheuttamat rasitukset.



Kuva L6.6 Kivitukimuri, jonka kuormitus on lisääntynyt ajan myötä yläpuolisen tien liikennemäärän kasvaessa. Lopulliseen sortumaan on mahdollisesti myötävaikuttanut eroosio, vesi, jätyminen/sulaminen -syklit sekä mahdollisesti vielä läheisten louhintatyömaiden aiheuttamat lisärasitukset.

L6.1.3 Betonirakenteet

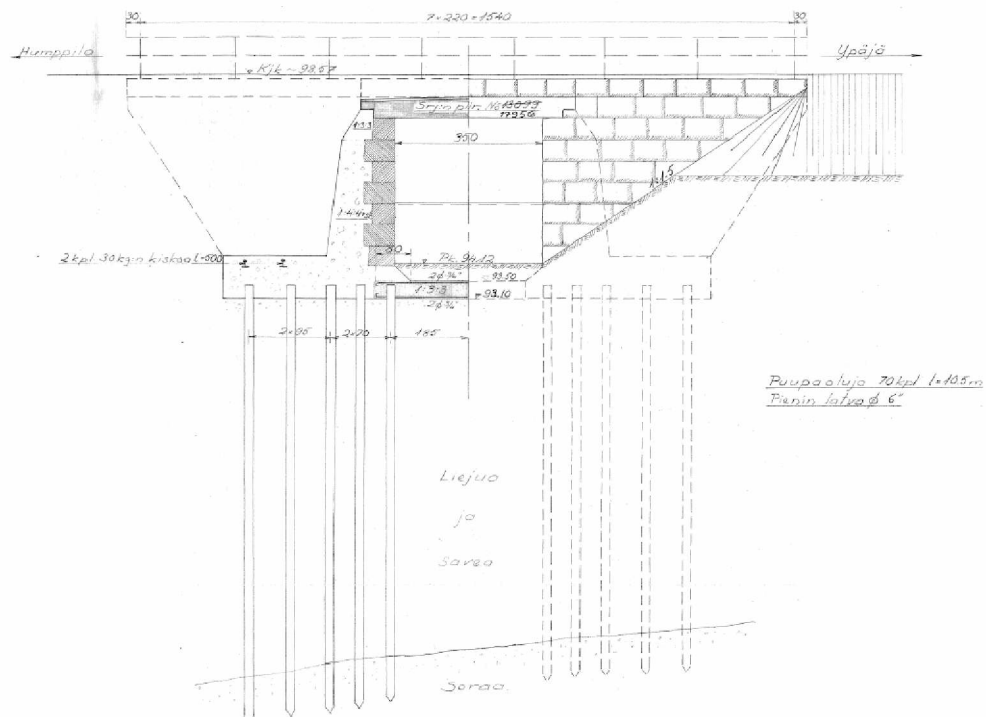
Raudoittamattomia betonirakenteita voi olla osana vanhoja rumpu- silta- tai tukimuurirakenteita. Raudoittamattomiksi rakenteiksi katsotaan tässä ohjeessa tapauskohtaisesti myös betonirakenteet, joissa on vain vähäinen raudoitus.

Betonirakenteet ovat myös yleensä kestäviä rakenteita, mikäli niissä ei pääse tapahtumaan tukien painumia tai siirtymiä. Halkeamat rakenteisiin syntyvät yleensä epätaiseisen kuormituksen tai siirtymien johdosta. Raudoituksen puuttumisen vuoksi rakenteiden herkkyyys halkeilulle on suurempi kuin raudoitetuilla betonirakenteilla ja louhintatyön aiheuttamat lisäkuormitukset saattavat aiheuttaa lisäsiirtymiä ja rasiustiolojen muutoksia.

Louhintatyön suunnittelussa ja toteutuksessa on kivirakenteiden tapaan varottava, että perustukset eivät pääse painumaan tai siirtymään tai ettei kivirakenteeseen kohdistu suunnaltaan tavanomaista poikkeavia rasituksia.

Raudoittamattomia tai vain vähän raudoitettuja rakenteita tai rakenneosia ovat rautatieympäristössä lähinnä massiiviset perustusrakenteet rummuissa silloissa ja tukimuureissa (anturat, paaluanturat, perustukset, massiiviset tukirakenteet ja tukimuurirakenteet).

Kallionvaraisten tai paalutettujen rakenteiden osalta louhinnasta aiheutuvien haittojen arvioinnissa on aina selvitettävä rakenteen toimintatapa tavanomaisilla kuormituksilla sekä louhinnan aiheuttamalla lisärasituksilla, mikäli louhinnan aiheuttamat rasitukset ovat suuremmat kuin tavanomaisten kuormien aiheuttamat rasitukset.



Kuva L6.8

Maatuet ovat raudoittamattomia betonirakenteita anturoita toisiinsa tukevia poikkipalkkeja lukuun ottamatta. Huom! Etumuurit ja siipimuurit eivät ole kivirakenteita vaan kivikuorirakenteita, mikä selviää vasta suunnitelmapiirustuksesta.

L6.1.4 Teräsbetonirakenteet

Raudoitettujen teräsbetonirakenteiden osalta on otettava huomioon samoja asioita kuin raudoittamattomissakin betonirakenteissa. Raudoitetuissa rakenteissa voi kuitenkin olla halkeiluista huolimatta jäljellä reilusti kapasiteettia ja sitkeyttä. Rakenteet ovat myös yleensä kivirakenteita ja raudoittamattomia betonirakenteita parempia kestämään suunnaltaan tavanomaisesta poikkeavia rasituksia.

Uudemmat betonirakenteet rautatieympäristössä ovat joitain poikkeuksia lukuun ottamatta raudoitettuja.

Teräsbetonirakenteet ovat käytettyjen rakennusmateriaalien perusteella jaoteltuna yleisimpiä rakenteita rautatieympäristössä. Yleisimpiä teräsbetonirakenteita ovat rummut, sillat, paalulaatat ja tukimuurit.

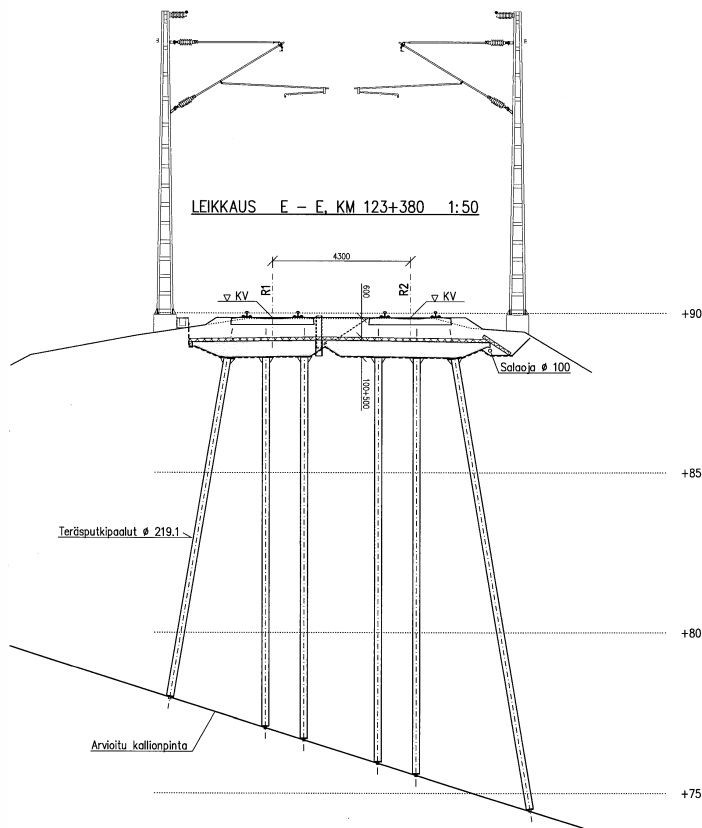
Vanhoissa teräsbetonirakenteissa on usein vastaavia ongelmia kuin vanhoissa kivirakenteissakin. Rakenteiden kuormitus on usein lisääntynyt huomattavasti alkuperäisestä ja esimerkiksi siltoja ja rumpuja voi olla jatkettu tai reunapalkkirakenteita korotettu useampaankin kertaan.



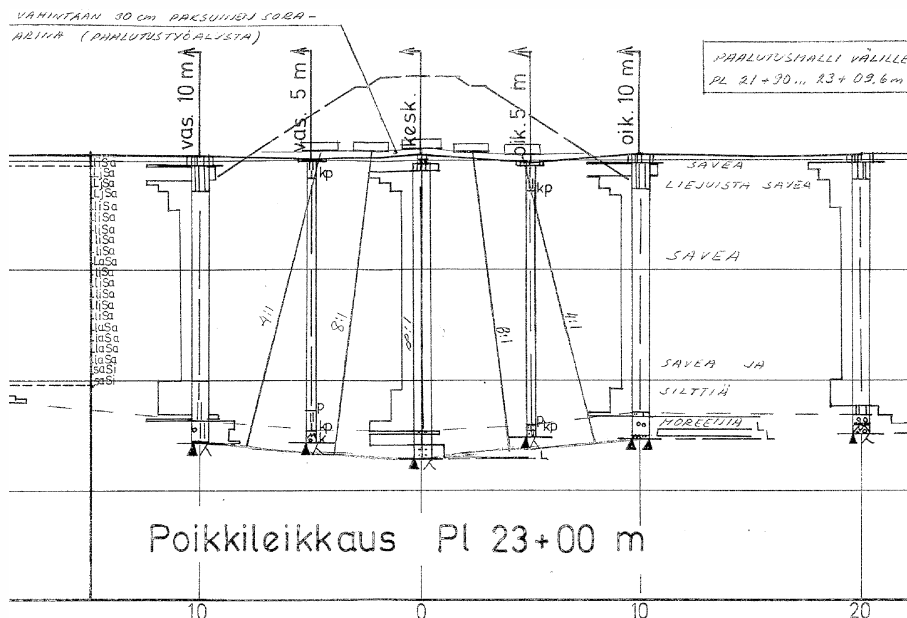
Kuva L6.9 Teräsbetoninen kehäsilta, jonka reunapalkkia on korotettu useampaankin kertaan. Alimmissa korotuskerroissa alkaa jo näkyä kapasiteetin ylitymistä.

Kallionvaraisten tai paalutettujen rakenteiden osalta louhinnasta aiheutuvien haittojen arvioinnissa on aina selvitettävä rakenteen toimintatapa tavanomaisilla kuormituksilla sekä louhinnan aiheuttamilla lisärasituksilla, mikäli louhinnan aiheuttamat rasitukset ovat suuremmat kuin tavanomaisten kuormien aiheuttamat rasitukset.

Erityisesti paalulaatta- ja paaluhatturakenteiden sekä tukimuurirakenteiden louhintaherkkyttä arvioitaessa on rakenteen toimintatapa oltava selvillä.



Kuva L6.10 Paalulaatta perustettuna vinolle kalliopinnalle. Louhinta voi aiheuttaa rakenteelle mitoituskuormia suurempia vaakakuormia.



Kuva L6.11 Paaluhattukenttä koostuu yksittäisistä paaluista, joiden yläpäässä on teräsbetonirakenteinen neliö- tai nelikulmiolaatta. Louhinta paaluhattu-alueen lähellä voi aiheuttaa radan rakennekerrosten lisääntyneitä varisemista laattojen väleistä ja siten myös painumia rataa.

L6.1.5 Teräsrakenteet

Teräsrakenteet eivät yleensä keveytensä vuoksi ole herkkiä louhinnan aiheuttamille tärinöille ja ovat yleensä sitkeytensä vuoksi hyviä kestämään suuriakin heilahdusliikkeitä.

Teräsrakenteet ovat kuitenkin yleensä osista koottuja ja liittyvät muunlaisiin rakenteisiin. Liitosten kestävyys määrääkin usein koko rakenteen kestävyysheilahduskuormien suhteen.

Kallionvaraisten tai paalutettujen rakenteiden osalta louhinnasta aiheutuvien haittojen arvioinnissa on aina selvitettävä rakenteen toimintatapa tavanomaisilla kuormituksilla sekä louhinnan aiheuttamilla lisärasituksilla, mikäli louhinnan aiheuttamat rasitukset ovat suuremmat kuin tavanomaisten kuormien aiheuttamat rasitukset.

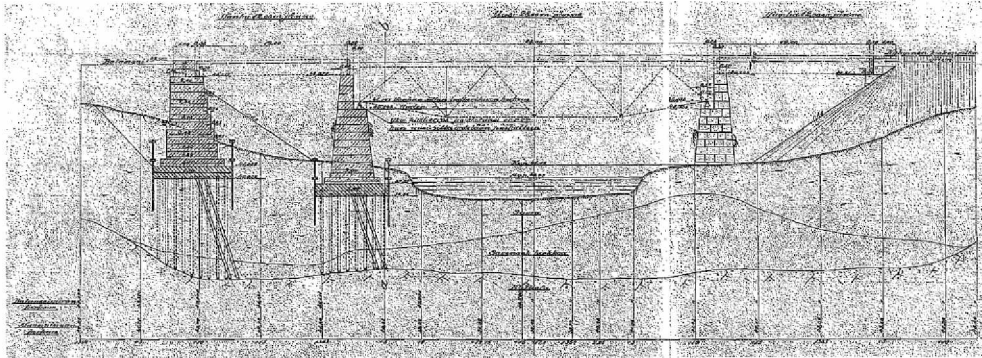


Kuva L6.12 Pääosa teräsrakenteisista rautatiesilloista on vanhoja teräsristikko- ja teräspalkkisilloja.

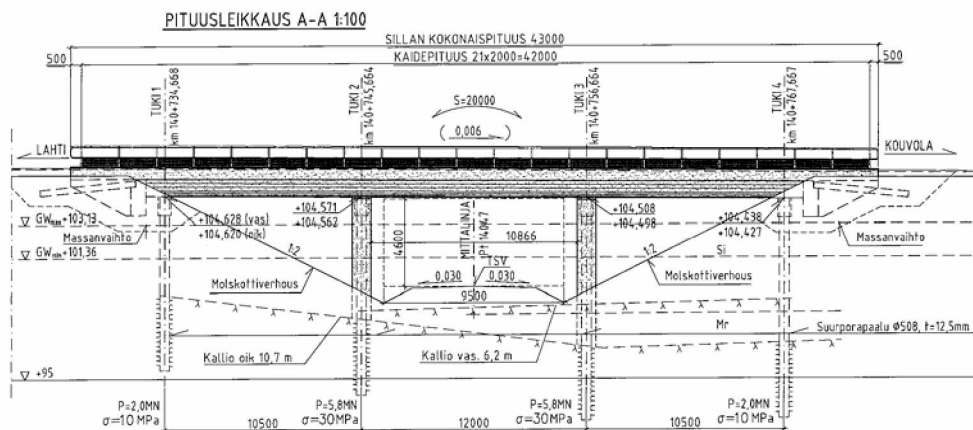
L6.1.6 Eri rakennetyypeistä koostuvat rakenteet

Yksittäiset rumpu-, silta-, tukimuuri- ja paalulaattarakenteet ovat yleensä yhdistelmiä edellä mainituista rakennetyypeistä.

Yhdistelmärakenteita on tarkasteltava louhinnan kannalta sekä yksittäisten heikoimpien rakenneosien että koko rakennekokonaisuuden ja rakenneosien välisten liitosten suhteen.



Kuva L6.13 Tyypillisen teräsristikkosillan rakennepiirustus. Kallionvaraisille puupaaluille perustettu teräsristikkosilta, jossa betoniantura, kivrakenteiset tuet ja teräsrakenteiset päällysrakenteet. Louhinnan suhteen on oltava erityisen varovainen.



Kuva L6.14 Nykyään tyypillisen siirrettävän siltatyyppin rakennepiirustus. Kallioon ulotetut porapaalat liitettynä jäykästi siltakanteen. Rakenteeseen kohdistuu helposti kuormia louhittaessa sillan lähellä, mutta rakenne on hyvä kestämaan kaikersuuntaisia kuormituksia.

L6.1.7 Tunnelit

Liikenneviraston rataverkolla olevat rautatietunnelit on rakennettu pääosin 1960- ja 1970-luvulla. Pääsääntöisesti kaikissa tunneleissa on lujituksena holvin ja seinien haja-/systeemipultitus sekä lujitusruiskubetoni. Useissa tunneleissa on lujitus- tai palosuoja-ruiskubetoni halkeillut ja pintaosaltaan rapautunut. Louhintätärinän aiheuttamat lisärasitukset saattavat irrottaa ruiskubetonin siten, että se menettää lujituskykynsä.

Vesivuodot saattavat aiheuttaa kunnossapitotarvetta ja pahimmillaan jopa sähköturvallisuusriskejä rautatietunneleissa. Tunneleiden lähellä tehtävät räjäytystyöt saattavat muuttaa ja avata kallion rakoilusysteemejä siten, että vesivuodot tunneliin lisääntyvät. Kallion rakenteesta voi joissain tapauksissa saada viitteitä vesivuotojäljistä. Tila voi vaihdella mm. vuodenaikojen mukaan. Mahdolliset louhinnan aiheuttamat muutokset tunnelin vesivuodoissa saattavat olla vaikeita havaita välittömästi työn päättymisen jälkeen, sillä vuodot saattavat kehittyä hitaasti. Siten tähän riskiin on varauduttava riittävän huolellisella louhintatyön suunnittelulla.

Kaikkien tunneleiden suuaukoilla otsapinta ja osa avoleikkauksesta on yleensä ruiskubetonoitu. Suuaukkojen kallioleikkausten ruiskubetonointi on yleisesti halkeillut ja paikoin sen tartunta kallioon on heikentynyt.

Arvioitaessa tunnelin rakenteille sallittuja tärinöitä on lohkareiden ja ruiskubetonin irtoamisen riski tunneleissa määritettävä tunnelin kunnon perusteella aina, kun $R < 100$ m tai jos on odotettavissa että louhinnan aiheuttama heilahdusnopeus $v \geq 10$ mm/s (suurin komponentti).

Rautatietunneleiden kuntoa seurataan säännöllisillä tarkastuksilla ja tarkastustulosten perusteella voidaan ennakkoon arvioida tunnelin rakenteiden herkkyyttä louhintätöiden aiheuttamille rasituksille. Tietoja tietyn tunnelin mahdollisista vaurioherkistä rakenteista voi tiedustella Liikennevirastosta ko. alueen rataisännöitsijältä.

L6.1.8 Kallioleikkaukset

Rataverkolla on runsaasti kallioleikkauksia, joiden maksimikorkeus on paikoin jopa 30 m. Leikkausten leveys on minimissään noin 7 m ja leikkausten seinät ovat osin lähes pystysuorat ja osin kallistetut (maksimi 5:1). Vanhat leikkaukset ovat pääsääntöisesti kapeita ja pystyseinäisiä.

Leikkaukset on aikanaan louhittu osin melko karkeasti ja lopputuloksena on paikoin jäänyt runsaasti rakoillut kallioseinä. Vuosien kuluessa veden virtaus sekä toistuva, raoissa olevan veden jäätyminen ja sulaminen ovat rapauttaneet kalliomassaa. Vanhoissa leikkauksissa on myös havaittu, että niihin tehdyt ruiskubetonilujitukset ovat rapautuneet ja halkeilleet.

Arvioitaessa kallioleikkauksen seinäpinnoille sallittuja tärinöitä on lohkareiden ja ruiskubetonin irtoamisen riski kallioleikkauksissa määritettävä tapauskohtaisesti. Kallioleikkaukset on tarvittaessa rusnattava ennen ja jälkeen räjäytysten.

Rautatien varrella olevien kallioleikkausten kuntoa on tietyillä rataosilla arvioitu tarkastuksilla. Tarkastustulosten perusteella voidaan ennakoon arvioida kallioleikkauksen rakenteiden herkkyyttä louhintatöiden aiheuttamille rasituksille. Tietoja tietyn kallioleikkauksen mahdollisista tarkastustuloksista voi tiedustella Liikennevirastosta ko. alueen rataisännöitsijältä.

L6.2 Turvalaitteet

Turvalaitteet joutuvat toimintaympäristössään kestäämään junan aiheuttamaa tärinää, mutta louhintatyön aiheuttama tärinä saattaa aiheuttaa äkillisen, liikennetärinää suuremman häiriön. Monissa turvalaitteissa esimerkiksi releen tai koskettimen hetkellinen tilan muuttuminen aiheuttaa laitteen toimintahäiriön sekä sitä kautta viivästyksiä junaliikenteelle. Lisäksi häiriön paikallistaminen ja korjaaminen vaatii korjaustoimenpiteitä.

L6.2.1 Radassa kiinni olevat laitteet

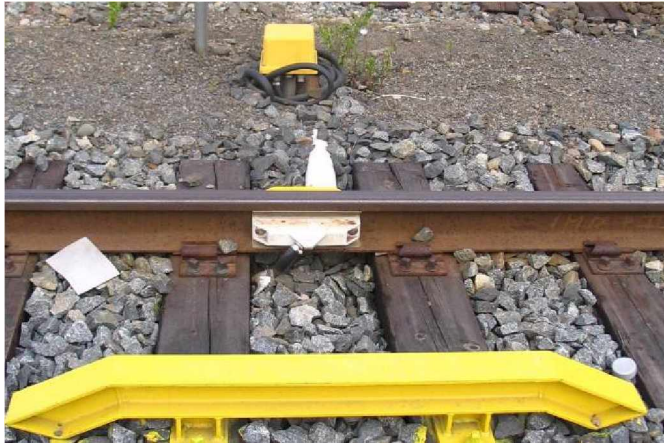
Vaihteenkääntölaite on sähköinen tai mekaaninen vaihtenasennon kääntämiseen tarkoitettu laite. Vaihteenkääntölaitteet sijaitsevat luonnollisesti vaihteiden läheisyydessä ja ne on sijoitettu rataan kiinni.

Sähköisessä vaihteenkääntölaitteessa kriittisin osa louhintatyön tärähdyksien suhteen on kääntölaitteen sähkömoottori. Yleisesti kääntölaitteella kriittisin tekijä häiriöiden aiheuttajana on louhintatyöstä irtoavien kivien lentäminen kääntölaitteen tankojen väliin. Tankojen liikkumisen estävä kivi aiheuttaa vaihteen toimintahäiriön. Myös vaihteen asentoa valvovan valvontakoskettimen tila voi muuttua tärähdyksen voimasta, ja aiheuttaa siten haittaa liikenteelle, koska opastin voi näyttää virheellisesti punaista.



Kuva L6.15 Sähköinen vaihteenkääntölaite

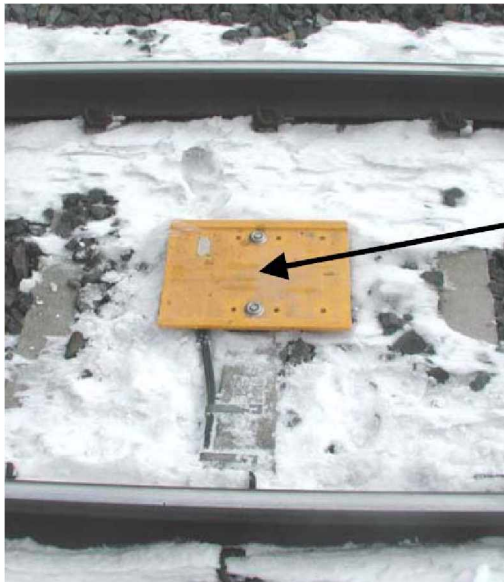
Akselinlaskenta-anturit ovat radan varattuna olon ilmaisemiseen liittyviä antureita. Anturi mittaa ylittävien akseleiden lukumäärän muuttuvan magneettikentän avulla. Anturi on asennettu kiskoon kiinni ja alhaalla olevassa kuvassa näkyvä keltainen kytkentälaatikko sijaitsee radan välittömässä läheisyydessä.



Kuva L6.16 Akselinlaskenta-anturi on kuvassa keskellä kiskon kyljessä. Keltainen metalliosa edessä on anturin auraussuoja. Taustalla on keltainen kyt-kentälaatikko.

Akselinlaskenta-anturi ei ole kovin herkkä rikkoutumaan tärähdyksen voimasta, koska se joutuu omassa toimintaympäristössään kestäämään kovaa tärinää. Metalliesineiden tuominen akselinlaskenta-anturin läheisyyteen saattaa aiheuttaa magneettikentän muutoksen ja osuuden varautumisen ja sitä kautta häiritä liikennettä. Keltainen kyt-kentälaatikko on tämän laitteen herkin osa tärähdyksien suhteen.

Baliisi on junan kulunvalvontajärjestelmään liittyvä lähetinvastaanotin, joka välittää muistiin tallennetun sanoman veturissa olevalle kulunvalvontalaitteistolle. Baliisit sijaitsevat raiteiden välissä ja ne on kiinnitetty ratapölkkyihin. Baliiseja on erivärisiä, ainakin keltaisia ja harmaita.



Kuva L6.17 Baliisi

Baliisin sisällä oleva elektroniikkakortti on valettu muovin sisään, ja muovi suojaa baliisia tärähdyksiä vastaan.

L6.2.2 Radan välittömässä läheisyydessä olevat laitteet

Opastimilla annetaan kuljettajalle opasteita lamppujen ja värilasien muodostamalla opastinkuviolla.



Kuva L6.18 Ylemmässä kuvassa tolpassa on opastimet ja niiden alapuolella esiopastimet. Alhaalla omassa tolpassaan on raideopastin. Alemmassa kuvassa on opastinportaali.

Yleisesti opastimissa on hehkulamppu. Ne on kiinnitetty teräsrakenteiseen pylvään tai portaaliin, jotka on perustettu betonianturalla joko maan- tai kallionvaraisesti tai paaluperustukselle. Opastimet sijaitsevat opastintyyppistä, paikasta ja kiinnityksestä riippuen noin 2–8 metrin päässä radasta.

Opastimissa kriittisin osa on hehkulampun lanka sekä lampun kanta. Langan rikkoutuminen tai kannan kosketushäiriö aiheuttaa sen, ettei haluttua opastinkäsitettä voida asettaa. Myös louhintatyöstä lentävien irtokivien osuminen opastimen valoyksikköön voi aiheuttaa toimintahäiriön. Lampun rikkoutuminen saa opastimen näyttämään rajoittavampaa tietoa kuin olisi tarpeen ja siten se aiheuttaa haittaa junaliikenteelle.

Laitekaapit ovat keveitä rakenteita, jotka on yleensä perustettu maanvaraisesti. Niihin on asennettu kaapin käyttötarkoituksesta riippuen telineeseen kiinnitettyjä turvalaitteiden elektroniikkakortteja, riviliittimiä, muuntajia ja releitä. Laitekaapit on sijoitettu radan läheisyyteen ja etäisyys radasta on usein 2–10 metriä.



Kuva L6.19 Esimerkkejä turvalaitekaapeista

Elektroniikkakortit ja releet ovat laitekaappien sisällöstä kaikkein herkimpiä tärähdyksille. Kortit ovat kaapissa kiinnitettyinä telineeseen, jolloin hieman löysä kiinnitys antaa kortille mahdollisuuden liikahtaa tärähdyksen voimasta ja sitä kautta esimerkiksi irrota liittimestä.

L6.2.3 Laitetilat

Laitetilat ovat kevyitä rakennuksia tai kontteja, jotka on yleensä perustettu maanvaraisesti. Laitetiloja on myös joidenkin asemarakennuksien tiloissa sekä joissakin käytöstä poistetuissa asemarakennuksissa. Laitetiloihin on sijoitettu asetinlaitteet, joiden avulla ohjataan junaliikennettä. Käytössä on rele- ja tietokoneasetinlaitteita. Laitetilojen etäisyys radasta vaihtelee tapauskohtaisesti, ja yleensä etäisyys on välillä 4–20 metriä. Asemarakennusten yhteydessä olevat laitetilat voivat tapauksesta riippuen olla yli 20 metrin päässä radasta.

Tietokoneasetinlaitteen laitetilassa on useita elektroniikkakortteja ja tietokoneita, joiden kovalevyt voivat rikkoutua tai niiden toimintaan saattaa tulla häiriöitä tärähdyksen takia. Releasetinlaitteen tiloissa tärähdys voi aiheuttaa jonkun releen tilan muuttumisen ja laitteen toimintahäiriön, joka aiheuttaa haittaa junaliikenteelle.

L6.3 Sähköistyslaitteet

Sähköistyslaitteista yleisesti herkimpiä tärinöille ja heilahduskuormille ovat muuntajat painonsa takia, isot liitoksin kootut rakennekokonaisuudet kuten portaalit ja mahdollisilla muuntajilla varustetut pylväät sekä eristimet. Louhintatyöstä voi lisäksi aiheutua myös lohkareiden ja sirpaleiden sinkoutumisen aiheuttamia mekaanisia vaurioita mm. ajojohtoon, muuntajasäiliöön tai eristimeen.

L6.3.1 Syöttöasemat

Syöttöasemat ovat kytkinlaitoksia, joista syötetään sähköä ratajohtoon. Syöttöasemat ovat aidattuja alueita, joiden sisällä on erillisiä rakennuksia ja rakenteita. Syöttöasemilla on sähkön syöttöön liittyviä laitteita kuten erilaisia eristimiä, muuntajia, katkaisijoita, erottimia, kondensaattoreita, mittalaitteita, kauko-ohjaukseen liittyviä laitteita yms. Syöttöaseman rakennukset ja rakenteet on perustettu betonianturalla joko maan- tai kallionvaraisesti tai paaluperustukselle. Sallitun tärinän määrittämiseen vaikuttava kriittinen osa on syöttömuuntaja eristimineen.

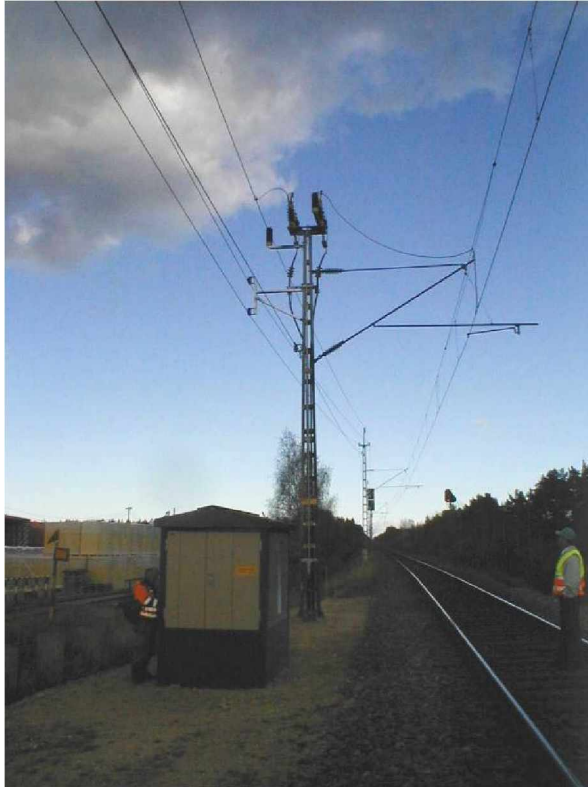


Kuva L6.20 Syöttöasema

Välikytkinasemat ovat kahden vierekkäisen syöttöaseman välille rakennettuja kytkinlaitteita ohjauslaitteineen sisältäviä kytkinasemia. Välikytkinasemat ovat aidattuja alueita, joiden sisällä on erillisiä rakennuksia ja rakenteita. Välikytkinaseman rakennukset ja rakenteet on perustettu betonianturalla joko maan- tai kallionvaraisesti tai paaluperustukselle. Sallitun tärinän määrittämiseen vaikuttava kriittinen osa on kauko-ohjausjärjestelmä. Lähtökohtaisesti tärinälle herkin on kauko-ohjaukseen liittyvä elektroniikkaan pohjautuva laitteisto. Arvioitaessa kauko-ohjausjärjestelmän toimintaa tärinän kannalta on huomioitava myös kauko-ohjaukseen oleellisesti liittyvät erottimien ja katkaisijoiden tila- ja asentotiedot.

L6.3.2 Radanvarsisäästömuuntajat

Radanvarsisäästömuuntajat (AM) ovat muuntajia, joiden tarkoitus on pakottaa paluuvirta palaamaan vastajohtimessa. Radanvarsisäästömuuntajia käytetään sähköistysjärjestelmässä 2x25 kV radanvarteen n. 7 km välein erillisiin rakennuksiin sijoittaen. Radanvarsisäästömuuntajat on perustettu betonianturalla joko maan- tai kallionvaraisesti tai paaluperustukselle. Sallitun tärinän määrittämiseen vaikuttava kriittinen osa on muuntaja eristimineen.



Kuva L6.21 Radanvarsisäästömuuntaja

L6.3.3 Sähkökeskukset

Sähkökeskukset ovat keveitä rakenteita, jotka on yleensä perustettu maanvaraisesti. Niihin on asennettu keskuksen käyttötarkoituksesta riippuen telineeseen kiinnitettyjä elektroniikkakortteja, riviliittimiä, muuntajia ja releitä yms. Sähkökeskukset on sijoitettu radan läheisyyteen, ja etäisyys radasta on usein 2–10 metriä. Sallitun tärinän määrittämiseen vaikuttava kriittinen osa on elektroniikkakortti kiinnityksineen sekä liikkuvilla suurimassaisilla osilla varustettu rele.

L6.3.4 Imumuuntajat

Imumuuntajat on kiinnitetty teräsrakenteiseen pylvääseen, joka on perustettu betonianturalla joko maan- tai kallionvaraisesti tai paaluperustukselle. Sallitun tärinän määrittämiseen vaikuttava kriittinen osa on rakennekokonaisuus muuntajineen ja liitoksineen.

L6.3.5 Pylväät ja portaalit

Pylväät/portaalit ovat teräsrakenteita, jotka on perustettu betonianturalla joko maan- tai kallionvaraisesti tai paaluperustukselle. Sallitun tärinän määrittämiseen vaikuttava kriittinen osa on teräsbetoninen perustus ja pylvään liitos siihen.



Kuva L6.22 Vaihteenlämmitysmuuntaja sekä ratajohdon portaaliperustuksia

L6.3.6 Ratajohto kääntöorsineen ja eristimineen

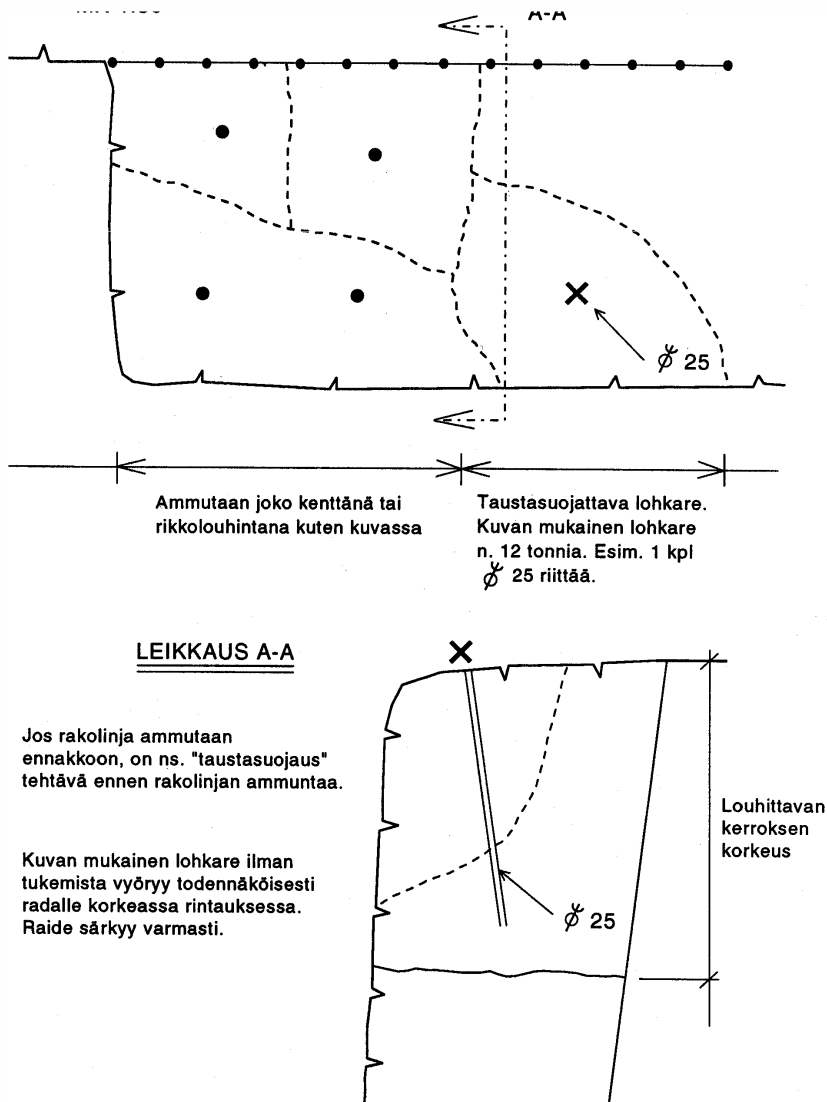
Ratajohtoon kuuluvat johtimet ja niihin liittyvät rakenteet, kuten kääntöorret ja eristimet (ks. kuva L6.22), muodostavat 25kV ajolankajärjestelmän, jonka vallitseviin arvoihin vaikuttaa myös pylväiden, portaaleiden ja raiteen asema sekä niiden muutokset. Näille laitteille ja rakenteille suurimman riskin muodostaa kiven hallitsematon sinkoilu ja sen aiheuttama vaurio.

Erilaisia louhintakohteita rautatiealueella

Tässä liitteessä esitetään lyhyesti rautatiealueella tehtävien louhintojen erityistapauksia, joille asetetaan erityisiä vaatimuksia. Yleiset suunnitelmissa esitettävät asiat on mainittu liitteen 5 kappaleessa L5.2. Alla on tapauskohtaisesti luetteloitu ne asiat, jotka suunnitelmissa tulee myös esittää.

Rautatiealueella olevien kallioleikkausten levityslouhinta

Radan kallioleikkausten levityslouhinnalla tarkoitetaan raiteen välittömässä läheisyydessä olevan kallioleikkauksen louhintaa. Louhinta voi liittyä esim. kallioleikkauksen leventämiseen tai irtolohkareiden poistoon korkean leikkauksen yläreunoilta. Louhintatyö on suunniteltava siten, että leikkauksen reunalta ei pääse putoamaan lohkaraita radalle. Esimerkki tällaisessa kohteessa käytettävästä "taustasuojauksesta" on esitetty kuvassa L7.1.



Kuva L7.1 "Taustasuojaus" louhittaessa kallioleikkauksen yläreunalla



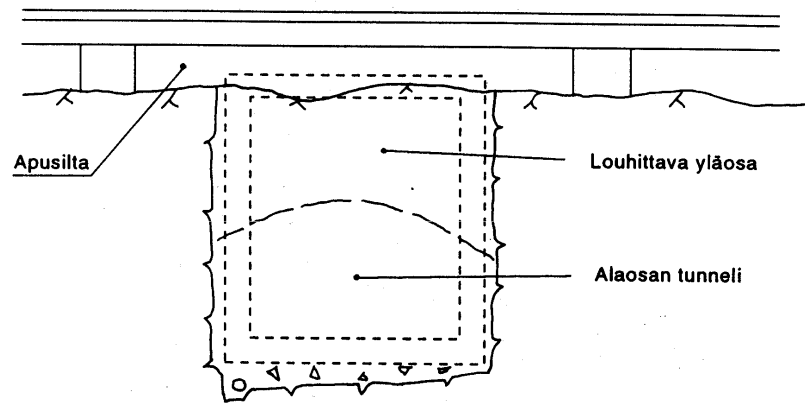
Kuva L7.2 Kallioleikkaus, jonka rikkonainen yläosa on louhittu hyllylle

Kallioleikkauksen levityslouhinnassa esitetään louhintasuunnitelmassa myös seuraavat tiedot:

- Leikkauksen profiili
- Louhinnan pengerkorkeudet
- Määritetyt värinäarvot lähistöllä oleville radan rakenteille ja laitteille
- Ohjeelliset rakolinjavaatimukset
- Ohjeelliset kenttäreikävaatimukset
- Ennakkopultit ja taustasuojaus irtolohkareiden kiinnittämiseksi
- Junaliikenteen huomioiminen työn suorittamisessa

Louhinta apusillan alla

Apusillat ovat teräsrakenteisia, osittain ruuviliitoksin koottuja levypalkkisilloja, jotka koostuvat kahdesta kiskoa kannattavasta yhtenäisestä palkkiparista. Siltakalustoon kuuluu kaksi laakerikiskoa korvakkeineen ja kumilevylaakereineen. Apusillat perustetaan tapauskohtaisesti joko maan- tai kallionvaraisesti tai paaluperustukselle.



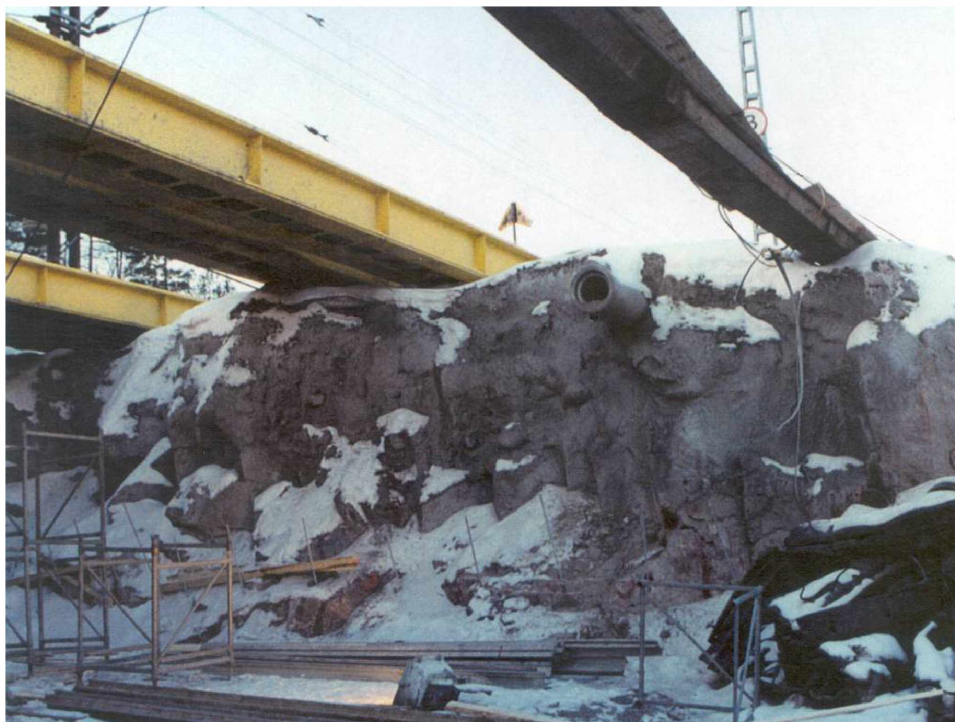
Työjärjestys:

- 1 Asennetaan apusilta (sillat)
- 2 Louhitaan alaosan tunneli
- 3 Louhitaan yläosa joko vaakaporauksena tai pystyporauksena alaosan tunnelista käsin
- 4 Rakennetaan tunnelirakenteet
- 5 Poistetaan apusillat ja asennetaan pölkytys ja kiskot

Menetelmän edut:

- vältetään työskentelemästä koneilla sähköjohtojen läheisyydessä
- jännitekatkot ja raidevaraukset vähäisiä
- vahinkoriskit pieniä

Kuva L7.3 Esimerkki louhintatyöstä apusillan alla



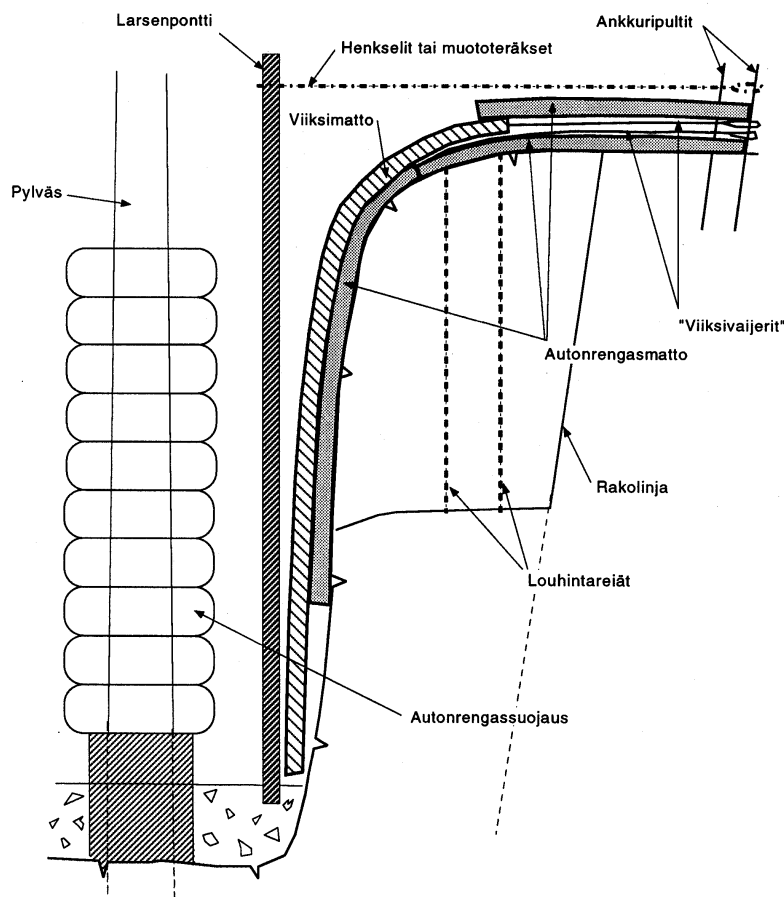
Kuva L7.4 Louhintakohde apusillan alla

Apusillan alla tehtävistä louhintatöistä esitetään louhintasuunnitelmassa myös seuraavat tiedot:

- Määritetyt värinäarvot apusillan perustuksille
- Kaivannon mahdollinen tukiseinäsuojaus ja sille sallitut värinät
- Kalliolujitukset (ennakkopultit, hajapultit)
- Mahdolliset pohjaveden alentamisen toimenpiteet ja niiden huomioiminen louhinnassa

Louhinta pylvään tai portaalin lähellä

Kallionpinta on aina paljastettava portaalipylvään louhinnan puoleiselta reunalta ennen lähialueen louhintaa. Louhinta pylvään perustuksen lähellä louhitaan jälkilouhintana. Portaalipylväs on suojattava asianmukaisesti ennen louhintatyön suorittamista. Kuvassa L7.5 on esitetty esimerkkejä pylväsrakenteen suojauksesta.



Kuva L7.5 Portaalipylvään suojaus louhintatyön aikana

Portaalipylvään lähellä tehtävästä louhinnasta esitetään louhintasuunnitelmassa myös seuraavat tiedot:

- Leikkauksen profiili
- Louhinnan pengerkorkeudet
- Määritetyt värinäarvot pylväälle ja sen perustuksille
- Ennakkopultit
- Ohjeelliset rakolinjavaatimukset

Louhinta liikenteenalaisten raiteiden alla

Liikenteenalaisten raiteiden alla tapahtuvalla louhinnalla tarkoitetaan rajatulla alueella tapahtuvaa ratapohjan syvennyslouhintaa, joka tehdään ilman pitkäkestoisia liikennekatkoja. Louhintasyvyys on minimissään KV - 900 mm ja suurimmillaan ko. alueelle määritetty maaleikkaussyvyys

Mikäli louhintasyvyys on < 1 m, poraus voidaan suorittaa ns. "kassaan porauksena" radan rakennekerrosten läpi. Poratut reiät täytetään sepelillä ja puhalletaan myöhemmin varsinaisen louhintatyön yhteydessä puhtaiksi. Kiskot pölkkyyneen poistetaan ja kallionpinta paljastetaan ennen louhintaa. Louhintasyvyyden ollessa > 1 m tulee koko louhintatyö suorittaa liikennekatkon aikana auki kaivetun kallionpinnan päältä.

Räjäytettäessä esim. alitusporauksen yhteydessä yksittäisiä kivilohkareita radan alla on kiven koko selvitettävä huolellisesti panoslaskennan lähtötiedoksi porauksilla ja räjäytystyö on suunniteltava siten, että työ voidaan tehdä liikennekatkon aikana radan rakenteita vaurioittamatta.

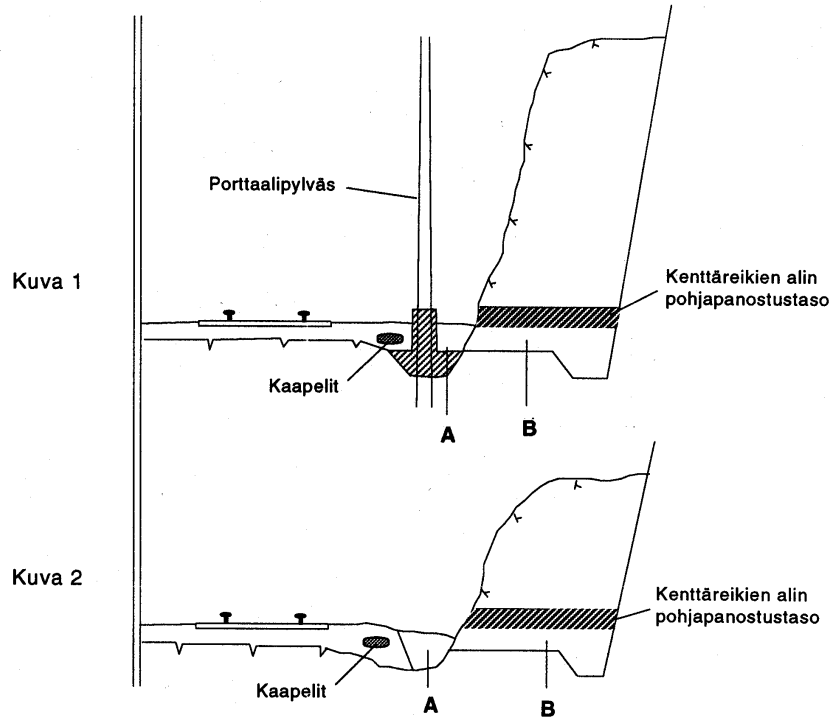
Työn suunnittelussa on huomioitava erikoisen tarkasti junaliikenteen ajoitus ja seisokit. Louhintatyön vaatiman ajan arvioimisessa on otettava myös huomioon louhitun pohjan käsittelyn vaatima aika. Ks. InfraRYL luku 17 000 /8/.

Liikenteenalaisten raiteiden alla tehtävästä louhinnasta esitetään louhintasuunnitelmassa myös seuraavat tiedot:

- Leikkauksen profiili
- Louhinnan porausjärjestelyt
- Määrityt tärinäarvot lähistöllä oleville radan rakenteille ja laitteille

Louhinta kaapeleiden läheisyydessä

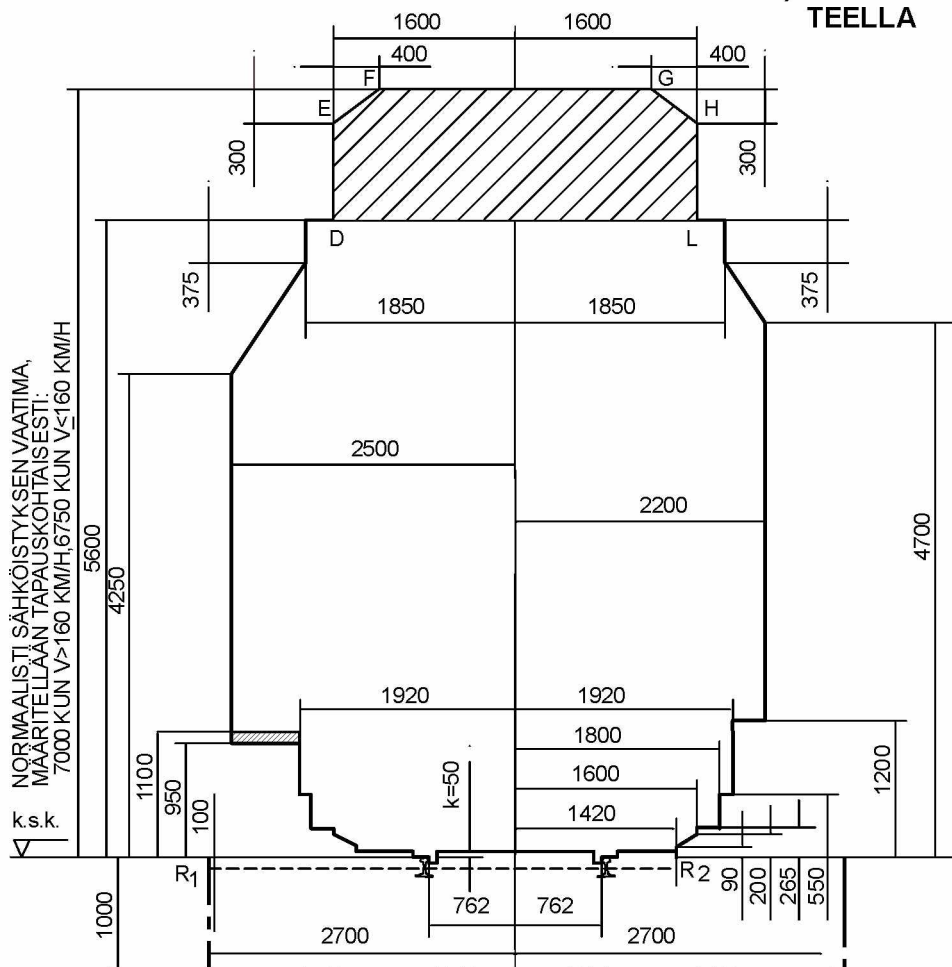
Jos louhinta on valokaapeleiden välittömässä läheisyydessä, kaapelit kaivetaan esiin rakennuttajan toimesta ennen louhintatyön alkua. Urakoitsija suojaa (Larsen-pontit, hirsipatjat, autonrenkasmatot tms.) avoimet kaapelit laittamalla suojaukset kaapeliojan päälle. Tämä aukikaivu on suositeltavaa ainakin silloin, kun louhinta tapahtuu talvella ja maa on jäässä. (Jäätynyt maa saattaa louhinnan yhteydessä siirtyä ja kaapeli leikkaantua poikki.) Esimerkki louhinnan järjestelyistä kaapeleiden läheisyydessä on esitetty kuvassa L7.6.



1. Leikkauksen yläosaa louhittaessa kenttäreikien alin pohjapanostustason on oltava aina sepelipinnan yläpuolella.
2. Ennen alueen B louhimista paljastetaan alueelta A kalliopinta. Louhinta voidaan suorittaa hallitusti, kun kalliopinta on näkyvässä. Jos kalliopintaa ei paljasteta, voi jäätynyt maa siirtyä räjähdysyhteydessä ja leikata kaapelin poikki.
3. Vaihtoehtoisesti voidaan kaapelit ennakkoon kaivaa esiin ja suojata kaivanto kaapeleiden päältä.

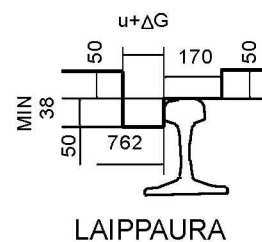
Kuva L7.6 Louhintatyöt kaapeleiden läheisyydessä

AUKEAN TILAN ULOTTUMA (ATU) **PÄÄRAITEELLA** ***) SIVURAI- TEELLA**



Aukean tilan ulottuma on samanlainen pää- ja sivuraiteella korkeuteen 950 mm asti.
Kaarteissa ulottuman puolileveyksiä on kasvatettava kaavan $\frac{360000}{R} + \frac{HD}{1600}$ mukaan.

- rajaviiva aukean tilan ulottumalle
 - - - - - rajaviivan yläpuolella sallitaan vain vaihteiden ja turvalaitteiden osia, tasoristeysten päällysteitä yms.
 - · - · - - rajaviivan yläpuolella ei sallita rataa kuulumattomia perustuksia, köyksiä, putkijohtoja, kaapeleita ym.
- $u_{min} = 41$ $u + \Delta G =$ laippauran levitys kaarteissa
- $k = 50$ mm, kun pystysuoran pyör.säde $s > 1000$ m
 $k = 0$ mm kun pystytason pyör.säde $s = 500$ m
 k kasvaa lineaarisesti 0... 50 mm pyör.säteeseen kasvaessa vastaavasti 500...1000 m
- sähköistetyt ja sähköistettävät raiteet
 alue, johon saa asentaa vain radan merkkejä ja opastimia



LAIPPAURA

*) Rautatieliikennepaikalla on oltava vähintään yksi raide, joka täyttää kiinteiden esteiden osalta suurkuljetusraiteen ulottuman.

